

Medición de Eficiencia de la planta docente del Colegio Bilingüe José

Max León Utilizando el Análisis Envolvente De Datos

Ingrid Lorena Nova Romero

Universidad Tecnológica de Pereira.

Facultad de Ciencias Empresariales

Maestría en Investigación Operativa y Estadística

Dr. José Soto Mejía

Mayo de 2021

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi familia. Mi padre, Lorenzo Nova, que ha sido mi mayor inspiración para ser cada día mejor. Mi madre, Mireya Romero, que es ejemplo vivo de la nobleza y amor de Dios en mi vida. Mi hermana Yuldana que cree en mí, así como yo en ella.

Agradezco a los maestros que hicieron más grandes mis conocimientos al compartir los suyos y a quienes brindaron su apoyo incondicional y fueron parte de todo este camino.

Resumen

El Colegio Bilingüe José Max León (CBJML) siguiendo los principios de excelencia del modelo European Foundation for Quality Management (EFQM) se encuentra en un proceso de continuo mejoramiento, por lo que realizar evaluaciones de la eficiencia y calidad de los servicios que ofrece es vital para identificar buenas prácticas y oportunidades de mejora.

En esta investigación se realiza el análisis sobre las variables asociadas a los procesos de los cuatro indicadores de calidad que evalúan la apropiación de la propuesta pedagógica en cada uno de los docentes, el acompañamiento que los asesores de área hacen a cada docente de su equipo de trabajo, el despliegue del currículo y los resultados de promoción de los estudiantes en cada área para identificar cuál o cuáles de estas cumplen con las condiciones para evaluar la eficiencia de la planta docente del CBJML utilizando la técnica de optimización lineal denominada Análisis Envolvente de Datos (DEA).

Se seleccionaron las unidades de decisión a evaluar en los indicadores, las variables de entradas que intervienen en los procesos y las variables de salida que son aquellos resultados que se pretenden alcanzar en cada indicador. Haciendo uso de los modelos DEA Charnes, Cooper y Rhodes (CCR) y Banker, Charnes y Cooper (BCC) se presenta la caracterización de las unidades eficientes y la medida de aquellas que no se lograron ubicar en la frontera eficiente, para dar información acerca de los incrementos que se deben realizar para lograr alcanzar la eficiencia.

Palabras clave: eficiencia, indicadores de calidad, Análisis Envolvente de Datos (DEA), modelo EFQM.

Abstrac

The José Max León Bilingual School (CBJML) following the principles of excellence of the European Foundation for Quality Management (EFQM) model, is in a process of continuous improvement, for which to carry out evaluations of the efficiency and quality of the services that offers is vital to identify good practices and opportunities for improvement.

In this research, the analysis is carried out on the variables associated with the processes of the four quality indicators that evaluate the appropriation of the pedagogical proposal in each of the teachers, the accompaniment that the area advisors make to each teacher who is part of their work team, the deployment of the curriculum and the results of the promotion of students in each area to identify which or which of these comply with the conditions to evaluate the efficiency of the teaching staff of the CBJML using the technique of linear optimization called Data Envelopment Analysis (DEA).

The decision units to evaluate in the indicators, the input variables that intervene in the processes and the output variables that are those results that are aim to achieve in each indicator, were selected.

By using the DEA Charnes, Cooper and Rhodes (CCR) and Banker, Charnes and Cooper (BCC) the characterization of the efficient units and the measure of those that could not be located in the efficient frontier, are presented to give information about the increments that must be made to achieve efficiency.

Keywords: efficiency, quality indicators, Data Envelopment Analysis (DEA), EFQM model.

Tabla de Contenido

1. Introducción	7
2. Planteamiento del Problema	9
3. Delimitación	11
4. Objetivos	13
5. Justificación	14
6. Marco Teórico	15
6.1 Análisis Envolvente de Datos	15
6.1.1 Eficiencia	15
6.1.2 Unidad de Medida de Decisión	17
6.1.3 Entradas y Salidas	18
6.1.4 Algunos Modelos de Medición de Eficiencia usados en DEA	18
6.2 Revisión Bibliográfica	30
6.3 Marco Referencial	40
6.3.1 Modelo EFQM	41
6.3.2 Modelo EFQM en el Colegio Bilingüe José Max León	43
7. Diseño Metodológico	50
8. Desarrollo de la Investigación	52

8.1 Análisis de Indicadores	52
8.1.1 Análisis Indicador 1	52
8.1.2 Análisis Indicador 2	57
8.1.3 Análisis Indicador 3	57
8.1.4 Análisis Indicador 4	58
9. Conclusiones	96
10. Recomendaciones	99
11. Referencias	100

1. Introducción

La institución educativa CBJML del sector privado y calendario B, se rige por los lineamientos de excelencia y eficiencia dispuestos por el modelo EFQM, que le han permitido alcanzar certificaciones de calidad a través de continuos procesos de evaluación que se disponen desde la planeación estratégica, para identificar buenas prácticas y oportunidades de mejora. (Colegio Bilingüe José Max León, s.f.).

El departamento de diseño curricular del CBJML ha generado cuatro indicadores de calidad que evalúan la eficiencia de los procesos de los departamentos de área (matemáticas, lengua castellana, inglés, ciencias sociales, ciencias naturales, artes, ed. física y tecnología), en esta investigación se realiza el análisis sobre las variables asociadas a los indicadores para identificar aquellas que son útiles para usar la técnica del DEA y medir la eficiencia de la planta docente del CBJML .

En los primeros cinco capítulos se evidencian los objetivos, justificación, planteamiento del problema, justificación y delimitación de la investigación.

En el capítulo seis se muestra todo el componente matemático y conceptual del DEA, una revisión bibliográfica sobre investigaciones hechas en Colombia usando el DEA en el sector educativo y los fundamentos legales y teóricos sobre el uso del modelo EFQM en instituciones educativas y de manera más específica en el CBJML. En el capítulo siete se encuentra el desarrollo de la investigación donde se analizan las variables de entrada como de salida que intervienen en el proceso de cada indicador de calidad, se seleccionan las Unidades Tomadoras de Decisión, en inglés Decision Making Unit o Decision Management Unit (DMU) y los modelos DEA que se utilizarán para medir su respectiva eficiencia.

En el capítulo ocho se muestran los resultados obtenidos en el software DEA-Solver aplicando los modelos seleccionados con los datos recolectados de cada una de las DMU. Finalmente, en el capítulo nueve se presentan las conclusiones y recomendaciones que surgen a partir de los resultados obtenidos en el capítulo ocho.

2. Planteamiento del Problema

Buscando permanentemente la innovación, calidad y excelencia en el campo educativo, el CBJML, desde el año 2007 se ha acogido a la evaluación, estructura y modelo EFQM, que basados en la metodología REDER (resultados, enfoque, despliegue, evaluación y revisión), persigue un mejoramiento constante en los diferentes procesos de la institución. Uno de los pilares de la excelencia utilizados por el modelo EFQM es alcanzar el éxito mediante el talento de las personas y en el ámbito educativo los docentes cumplen un papel fundamental para que esto suceda. Por lo anterior el CBJML no sólo realiza constantes capacitaciones al cuerpo docente buscando potenciar sus estrategias de enseñanza, evaluación y formación integral del estudiante, sino que, además, desde diferentes instancias, anualmente realiza una evaluación descriptiva a través de rúbricas de evaluación.

En el año escolar 2018-2019, desde el departamento de diseño curricular se proponen cuatro indicadores de calidad, que los asesores de los departamentos de área (matemáticas, lengua, inglés, ciencias naturales, ciencias sociales, tecnología, ed. Física y artes), deben materializar. A cada indicador, se debe proponer una fórmula de cálculo que permita valorar de una manera exacta y confiable la eficiencia de cada uno. La mayoría de los indicadores son muy generales, toman múltiples variables, tanto cualitativas como cuantitativas y existen ciertas condiciones que algunos departamentos de área enfrentan y otros no. Encontrar un modelo que tenga en cuenta estas particularidades en cada indicador no es una labor sencilla, además teniendo en cuenta la relevancia que estos resultados pueden tener para la toma de decisiones y la búsqueda de nuevas certificaciones de calidad. El DEA es una herramienta que se ajusta para medir la eficiencia de los procesos de algunos de los indicadores en los docentes y además proporciona el modelo o

fórmula de cálculo que también se debe registrar en las fichas técnicas de evaluación de los indicadores.

3. Delimitación

La constante evaluación para la mejora de las diferentes instancias tanto académicas como administrativas del CBJML ofrece un gran campo de acción para la aplicación y uso del DEA, más, sin embargo, esta investigación se centra en analizar las variables que intervienen cuál o cuáles de en cada uno de los indicadores propuestos para evaluar la eficiencia de cada departamento de área del año escolar 2018 – 2019 e identificar si se ajustan o son propicios para el uso de la herramienta.

De los indicadores de evaluación se realiza el siguiente análisis y a partir de este se permite limitar aún más la investigación:

- Nivel de Apropiación de la PPDI (propuesta pedagógica de desarrollo institucional): medir la eficiencia en el equipo docente basada en este indicador toma una amplia gama de factores tales como conocimientos teóricos o conceptuales y su correspondiente aplicación; debido a que es la primera ocasión en la que será medido este indicador, la institución aún no cuenta con los datos que brinden información. Por lo anterior para este indicador se proponen las variables de entrada que intervienen en este proceso, las variables de salida y las unidades a evaluar, para tener en cuenta para futuras mediciones.
- Nivel de acompañamiento a encuentros pedagógicos en el aula: este indicador mide una sola variable y es el número de revisiones a clase hechas con su respectiva retroalimentación a los docentes de su equipo por parte de cada jefe o asesor de área. Por lo anterior este indicador no se tendrá en cuenta para esta investigación.

- Despliegue del currículo: este indicador mide la cantidad de documentos de planeación y evaluación revisados por cada asesor de área en su departamento respecto a los entregados por cada docente; como se evidencia no se ajusta a las condiciones para aplicar la herramienta del análisis envolvente de datos, por lo que no se tendrán en cuenta en esta investigación.
- Resultados de promoción: este indicador mide la eficiencia de cada docente teniendo en cuenta los resultados alcanzados por los estudiantes tanto en pruebas internas como en las pruebas externas, sin dejar de lado otros factores importantes como el número de estudiantes que presentan dificultades en un área en específico, la formación del docente, distribución académica de cada docente, entre otros. En esta investigación se realizará la evaluación de la eficiencia de la planta docente de la institución teniendo en cuenta el indicador en mención a través del DEA para finalmente identificar el área académica que tiene el mayor número de docentes eficientes y realizar las sugerencias pertinentes para cada docente y departamento de área.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General:

Evaluar la eficiencia de los docentes, usando el análisis envolvente de datos (DEA), teniendo en cuenta los indicadores de calidad que evalúan a los departamentos de área del Colegio Bilingüe José Max León.

4.2 Objetivos Específicos:

- Realizar una revisión bibliográfica acerca del uso del análisis envolvente de datos (DEA) en el campo educativo en Colombia.
- Identificar las variables de entrada y de salida que intervienen en el proceso de cada indicador de calidad.
- Identificar los indicadores de calidad que se ajustan para evaluar la eficiencia de la planta docente usando el análisis envolvente de datos.
- Establecer las DMUs a evaluar
- Elegir el modelo DEA más adecuado para la evaluación de la eficiencia de los docentes de acuerdo con los indicadores de calidad seleccionados.
- Evaluar la eficiencia de los docentes teniendo en cuenta los procesos que intervienen en los indicadores de calidad, usando el análisis envolvente de datos, .
- Identificar oportunidades de mejora de los docentes y departamentos de área a partir de los resultados de la medición de la eficiencia

5. Justificación

Desde el año 2007 el CBJML se viene acreditando con el modelo de calidad EFQM, alcanzando en el año 2016 la cuarta estrella en su acreditación. Como parte del proyecto de acreditación el CBJML a partir del año 2018 inició nuevos procesos de evaluación y ajustes a la Planeación Estratégica en su ruta hacia la acreditación de continuo mejoramiento.

Entre los nuevos instrumentos de evaluación se encuentran los indicadores de calidad para medir la eficiencia de los departamentos de área, sin embargo, la institución no posee un modelo matemático que permita tener en cuenta las diferentes variables que intervienen en estos procesos. Esta investigación se centra y justifica en la evaluación de la eficiencia de los docentes del CBJML a través de las variables que hacen parte de indicadores de calidad, definidos desde el departamento de diseño curricular para evaluar algunos procesos a los departamentos de área, usando el DEA ya que es la primera ocasión en la que se realiza.

6. Marco Teórico

6.1 Análisis Envolvente de Datos

El análisis envolvente de datos (DEA, Data Envelopment Analysis), tiene sus inicios en la década de los 70 cuando Abraham Charnes, William W. Cooper y Edwardo Rhodes publicaron el artículo “Measuring the efficiency of decision making units” en European Journal of Operation Research” y es a partir de éste donde inicia su uso, aplicación y referencia. El DEA es una técnica de optimización no paramétrica utilizada para la medición de la eficiencia de procesos o de entidades de diferentes sectores económicos en los que interfieren múltiples entradas (inputs) y salidas (outputs) (Restrepo R. & Villegas R., 2007). A cada una de las entradas y las salidas realiza una asignación de pesos respecto a la importancia determinados por cada unidad.

6.1.1 Eficiencia

Se define como la relación entre los productos o resultados (salidas) alcanzados y los recursos o insumos (entradas) que se han utilizado. La eficiencia busca minimizar lo más posible las entradas para obtener los mismos resultados o con la misma cantidad de insumos generar el máximo número de salidas. (Muñoz & Suárez Baquero , 2011)

$$EFICIENCIA = \frac{PRODUCTOS}{ENTRADAS} \quad (1)$$

6.1.1.1 Eficiencia Técnica Global. Persigue el objetivo de la eficiencia y está dada por:
(Muñoz & Suárez Baquero , 2011)

$$Eficiencia\ técnica\ global = eficiencia\ técnica\ pura \times eficiencia\ a\ escala \quad (2)$$

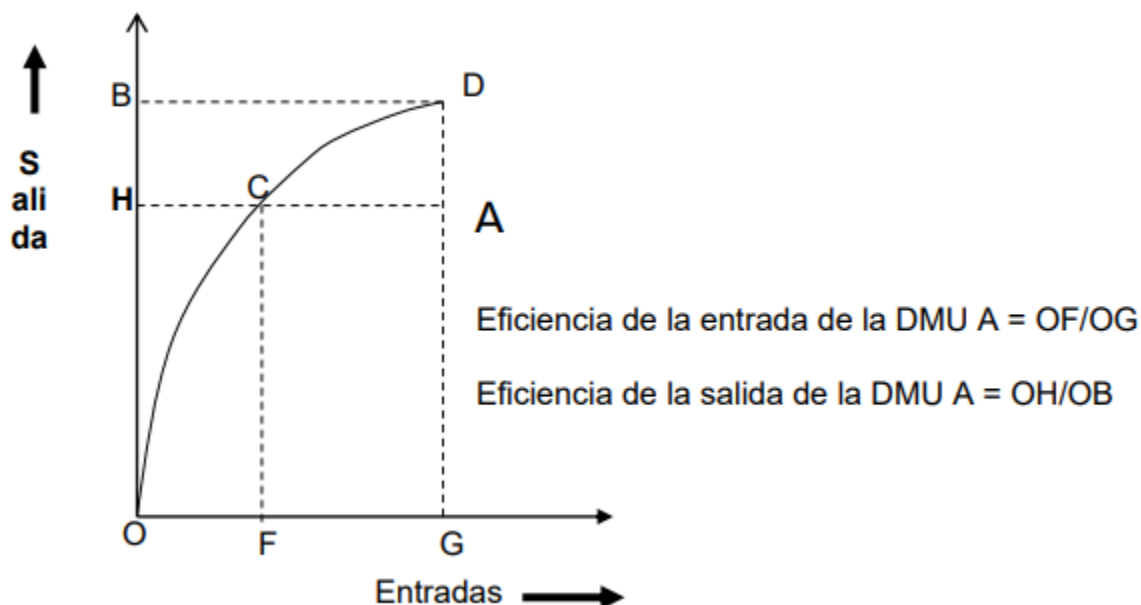
6.1.1.2 Eficiencia Técnica Pura. “Se refiere a las desviaciones, de la frontera de la eficiencia, resultantes de la falta de una utilización eficiente de los recursos” (Paço & Cepeda Pérez, 2013).

6.1.1.3 Eficiencia a Escala. Se define como las “pérdidas debidas a la falta de operar con rendimientos constantes a escala” (Paço & Cepeda Pérez, 2013).

6.1.1.3 Eficiencia de Pareto. Dependiendo si son las entradas o las salidas las controlables, se puede definir una eficiencia de Pareto orientada a las salidas o a las entradas. Se dice que está orientada a las entradas “cuando no es posible disminuir ninguno de sus niveles de entrada sin tener que incrementar al menos uno de sus otros niveles de entrada o disminuir al menos uno sus niveles de salida” (Soto & Arenas Valencia, 2010). Y se define una eficiencia de Pareto orientada a las salidas cuando “no es posible aumentar ninguno de sus niveles de salida sin tener que disminuir al menos uno de sus otros niveles de salida o aumentar al menos uno de sus niveles de entrada” (Soto & Arenas Valencia, 2010). Las unidades de medida de decisión (DMU) que cumplan con esas condiciones se ubican en la frontera de eficiencia, es decir, su eficiencia técnica será igual a uno, mientras que las DMUs que no sean eficientes, se encontrarán por debajo de la frontera eficiente. En la Ilustración se muestra un ejemplo de frontera eficiente.

Ilustración 1

Curva de eficiencia



Nota: adaptado de Medidas de la eficiencia en las entradas y en las salidas (p. 23), de (Soto & Arenas Valencia, 2010).

La curva OD representa la curva eficiente, luego las DMUs que se ubiquen sobre ésta son eficientes, mientras que aquellas que se ubican por debajo no lo son y por lo tanto necesitarían aumentar sus salidas para llegar al frontera eficiente o en su defecto disminuir sus entradas.

6.1.2 Unidad de Medida de Decisión

Hace referencia a la unidad (procesos o entidades) cuya eficiencia se desea medir y es sobre estas que se toman decisiones. Las DMUs deben ser homogéneas, es decir, deben contar con el mismo tipo de entradas para alcanzar el mismo tipo de salidas. (Soto & Arenas Valencia, 2010). Se

puede decir que las DMUs convierten, mediante un proceso, los insumos que recibe en resultados.

6.1.3 Entradas y Salidas

“Las entradas son todos los recursos que impactan las salidas. Las salidas deben reflejar todos los resultados útiles con base a los cuales deseamos evaluar las DMUs” (Soto & Arenas Valencia, 2010). Para evitar que se ubiquen demasiadas DMUs en la frontera eficiente se debe cumplir la desigualdad (3).

$$\text{Número de DMU's} \geq \text{Max}\{m * t, 3(m + t)\} \quad (3)$$

Donde m = número de inputs (entradas) y t = números de outputs (salidas).

6.1.4 Algunos Modelos de Medición de Eficiencia Usados en DEA

Esta sección (6.1.4) es tomada de (Serrano & Blasco Blasco , 2006).

El DEA plantea una programación matemática para cada DMU asignándole un índice de eficiencia y así mismo propone modelos fraccionarios, lineales o duales, que pueden estar orientados a la reducción de las entradas o al incremento de las salidas y también puede tener rendimientos constantes o a escala. A continuación, se presentan algunos de los modelos DEA más usados para la medición de eficiencia en el campo educativo.

6.1.4.1 Modelo CCR. El modelo recibe su nombre debido a sus creadores Charnes, Cooper y Rhodes. El modelo CCR proporciona medidas de eficiencia radiales, orientado a las Input o Output y supone convexidad, fuerte eliminación de Inputs y Outputs y rendimientos a escala.

6.1.4.1.1 Modelo CCR en forma fraccional orientado a las entradas. En DEA, la eficiencia técnica se cada una de las DMU se define como el cociente entre la suma ponderada de los Outputs ($\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}$) y la suma ponderada de los Inputs ($\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}$) .

El modelo DEA-CCR orientado a las entradas expresado en términos de cociente sería:

$$\begin{aligned} \text{Max}_{u,v} \quad h_0 &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \\ \text{Sujeto a:} \quad \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} &\leq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \\ u_r, v_i &\geq 0 \end{aligned} \quad (4)$$

Donde:

1. Se consideran n Unidades ($j=1, 2, \dots, n$), cada una de las cuales utilizan los mismos Inputs (en diferentes cantidades) para obtener los mismos Outputs (en diferentes cantidades).
2. x_{ij} ($x_{ij} \geq 0$) representa las cantidades de Input i ($i=1, 2, \dots, m$) consumidos por la j-ésima Unidad.
3. x_{i0} representa la cantidad de Input i consumido por la Unidad que es evaluada, Unidad₀.
4. y_{rj} ($y_{rj} \geq 0$) representa las cantidades observadas de Output r ($r=1, 2, \dots, s$) producidos por la j-ésima unidad.
5. y_{r0} representa la cantidad de Output obtenido por la Unidad que es evaluada, Unidad₀.
6. u_r ($r=1, 2, \dots, s$) y v_i ($i=1, 2, \dots, m$) representan los pesos (o multiplicadores) de los Outputs e Inputs respectivamente.

En el modelo (4) problema no lineal, se pretende obtener el conjunto óptimo de pesos (o multiplicadores) $\{u_r\}$ y $\{v_i\}$ que maximicen la eficiencia relativa, h_0 , de la Unidad₀

definida como el cociente entre la suma ponderada de Outputs y la suma ponderada de Inputs, sujeto a la restricción de que ninguna Unidad puede tener una puntuación de eficiencia mayor que uno usando estos mismos pesos. Evidentemente, los pesos serán diferentes entre las distintas Unidades.

Si la solución óptima es $h_0 = 1$ esto indicará que la Unidad que está siendo evaluada es eficiente en relación con las otras Unidades. Si $h_0 < 1$, la Unidad será ineficiente. En este caso, las Unidades que con los mismos pesos u_r y v_i asignados a la Unidad ineficiente que está siendo evaluada resulten ser eficientes se denominan peers (pares). Estos peers constituyen el denominado conjunto de referencia eficiente de la Unidad ineficiente, es decir, constituyen la referencia para la mejora de la Unidad ineficiente.

Al poco tiempo de publicar su pionero trabajo, Charnes, Cooper y Rhodes sustituyen la condición de no-negatividad ($u_r, v_i \geq \varepsilon$), donde ε es un infinitésimo no-arquímedeo. El motivo no es otro que evitar que una Unidad que pueda obtener, $h_0 = 1$, sea incorrectamente caracterizada como eficiente al obtener en la solución óptima algún peso u_r y/o v_i el valor cero siendo, en consecuencia, el correspondiente Input y/u Output obviado en la determinación de la eficiencia (El-Mahgary & Lahdelma, 1995). El modelo fraccional quedará de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max}_{u,v} \quad h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \\
 & \text{Sujeto a:} \quad \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \\
 & \quad \quad \quad u_r, v_i \geq \varepsilon
 \end{aligned} \tag{5}$$

6.1.4.1.2 Modelo CCR en forma multiplicativa orientado a las entradas. El modelo

DEA-CCR orientado a las Inputs en forma de cociente recogido de (4) puede ser

linealizado siguiendo la transformación lineal de Charnes y Cooper (1962), que

selecciona la solución (μ, δ) para $\sum_{i=1}^m \delta_i x_{i0} = 1$. Realizando dicho cambio de variable

(Charnes, Cooper , & Rhodes , 1978) se tiene:

$$\left. \begin{aligned} \mu_r &= t \cdot u_r \\ \delta_i &= t \cdot v_i \\ t &= \frac{1}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \end{aligned} \right\} \text{ para } t > 0 \quad (6)$$

Y sustituyendo el modelo (5), se obtiene el problema lineal equivalente, conocido como modelo en forma multiplicativa, el cual puede escribirse como:

$$\left. \begin{aligned} \text{Max}_{\mu, v} \quad w_0 &= \sum_{r=1}^s \mu_r y_{r0} \\ \text{Sujeto a:} \quad \sum_{i=1}^m \delta_i x_{i0} &= 1 \\ \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m \delta_i x_{ij} &\leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \\ \mu_r, \delta_i &\geq \varepsilon \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

El Input virtual ha sido normalizado a la unidad $\sum_{i=1}^m \delta_i x_{i0} = 1$; ésta se conoce como restricción de normalización.

El modelo (7) puede expresarse matricialmente como:

$$\begin{array}{l}
 \text{Max}_{\mu, \delta} \quad w_0 = \mu^T y_0 \\
 \text{Sujeto a:} \quad \delta^T x_0 = 1 \\
 \quad \quad \quad \mu^T Y - \delta^T X \leq 0 \\
 \quad \quad \quad \mu^T, \delta^T \geq I\varepsilon
 \end{array} \quad (8)$$

Donde,

1. Y es una matriz de Outputs de orden $(s \times n)$
2. y_0 representa el vector Output de la unidad que está siendo evaluada
3. X es una matriz de Inputs de orden $(m \times n)$.
4. x_0 representa el vector Inputs de la Unidad que esta siendo evaluada
5. μ es el vector $(s \times 1)$ de pesos Output y δ es el vector $(m \times 1)$ de pesos Inputs

6.1.4.1.3 Modelo CCR Dual orientado a las entradas. Existe una variable dual por cada restricción primal y una restricción dual por cada variable primal, en la Tabla 1 se facilita la correspondencia entre primal y dual orientado a las entradas.

Tabla 1

Modelo Dual

Restricción primal	Variable dual	Restricción dual	Variable primal
$\delta^T x_0 = 1$	θ	$Y \lambda \geq y_0$	$\delta^T \geq 0$
$\mu^T Y - \delta^T X \leq 0$	$\lambda \geq 0$	$\theta x_0 - X \lambda \geq 0$	$\mu^T \geq 0$

Nota: Cooper, Seiford y Tone (2000), citada y tomada de (Serrano & Blasco Blasco, 2006)

Nótese que se asocia la variable dual θ con la restricción que normaliza el Input virtual.

$$\begin{array}{lcl} \text{Sujeto a:} & \begin{array}{l} \text{Min}_{\theta, \lambda} \quad z_0 = \theta \\ Y\lambda \geq y_0 \\ \theta x_0 \geq X\lambda \\ \lambda \geq 0 \end{array} & \end{array} \quad (9)$$

donde,

λ es el vector ($n \times 1$) de pesos o intensidades, $\lambda = \begin{pmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \vdots \\ \lambda_n \end{pmatrix}$. Así, λ_j es la intensidad de la

Unidad j .

1. θ denota la puntuación de eficiencia (técnica) de la Unidad₀.

6.1.4.1.4 Modelo CCR cociente matricialmente orientado a las salidas.

$$\begin{array}{lcl} \text{Sujeto a:} & \begin{array}{l} \text{Min}_{u,v} \quad h_0 = \frac{v^T x_0}{u^T y_0} \\ \frac{v^T X}{u^T Y} \geq 1 \\ u^T, v^T \geq I\varepsilon \end{array} & \end{array} \quad (10)$$

6.1.4.1.5 Modelo CCR multiplicativo orientado a las salidas

$$\begin{array}{lcl} \text{Sujeto a:} & \begin{array}{l} \text{Min}_{\mu, \delta} \quad w_0 = \delta^T x_0 \\ \delta^T y_0 = 1 \\ \delta^T X - \mu^T Y \geq 0 \\ \mu^T, \delta^T \geq I\varepsilon \end{array} & \end{array} \quad (11)$$

6.1.4.1.5 Modelo CCR Dual orientado a las salidas

$$\begin{array}{ll}
 \text{Max}_{\varphi, \lambda, s^+, s^-} z_0 = \varphi + \varepsilon (Is^+ + Is^-) & \\
 \text{Sujeto a:} & \varphi y_0 - \lambda Y + s^+ = 0 \\
 & \lambda X + s^- = x_0 \\
 & \lambda, s^+, s^- \geq 0
 \end{array} \quad (12)$$

6.1.4.2 Modelo BCC. El modelo de Banker, Charnes y Cooper, al que se hace referencia como modelo DEA-BCC, es realmente una extensión del modelo DEA-CCR. Por tanto, su formulación es similar. La diferencia fundamental entre el modelo DEA-CCR y DEA-BCC es que éste introduce el supuesto de rendimientos variables a escala y aquel considera rendimientos constantes a escala.

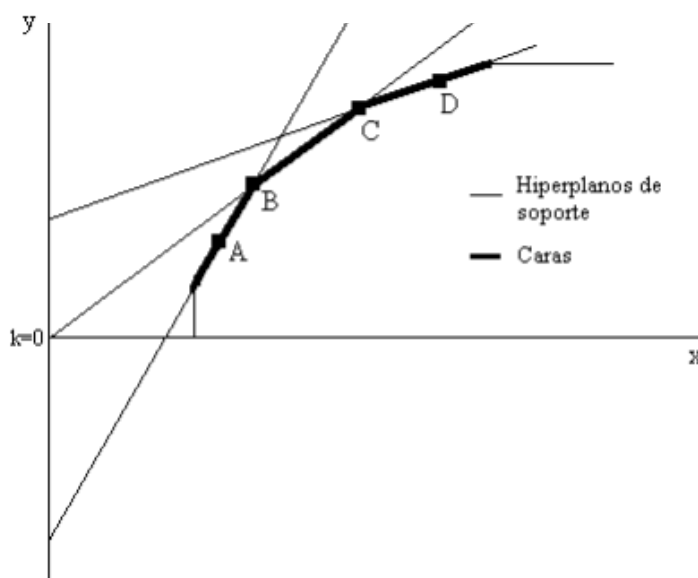
6.1.4.2.1 Modelo BCC fraccional orientado a las entradas. La forma fraccional del modelo DEA-BCC, en su versión Input orientada, puede expresarse como:

$$\begin{array}{ll}
 \text{Max}_{(u,v,k)} h_0 = \frac{u^T y_0 + k_0}{v^T x_0} & \\
 \text{Sujeto a:} & \frac{u^T y_j + k_0}{v^T x_j} \leq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \\
 & u^T, v^T \geq I\varepsilon \\
 & k_0 \text{ no restringida}
 \end{array} \quad (13)$$

Si se compara la definición de la medida de eficiencia bajo el supuesto de rendimientos variables a escala con el que supone rendimientos constantes a escala, la diferencia entre una y otra medida de eficiencia estriba en que en el segundo caso al valor del Output ponderado (Output virtual) se le suma un término constante k_0 , (que en supuesto de rendimientos constantes toma el valor cero). Este término constante es el valor del

intercepto (k) en el eje Output (y) de la proyección de cada segmento (o cara) que define la frontera como se muestra en la Ilustración 2

Ilustración 2



Adaptado de Banker, Charnes y Cooper (1984).

Por tanto, la formulación general de la medida de eficiencia es:

$$\frac{\text{Suma ponderada de Outputs} + \text{Constante } k}{\text{Suma ponderada de Inputs}} \quad (14)$$

de manera que si en la solución óptima del modelo (13) para la DMU_0 (que se supone eficiente),

$k_0^* > 0$ para todas las soluciones óptimas, prevalecen rendimientos crecientes a escala.

$k_0^* = 0$ para cualquier solución óptima, prevalecen rendimientos constantes a escala.

$k_0^* < 0$ para todas las soluciones óptimas, prevalecen rendimientos decrecientes a escala.

En definitiva, los rendimientos de escala pueden ser estudiados usando DEA al estimar el signo de la constante k

6.1.4.2.2 Modelo BCC multiplicativa matricialmente orientado a las entradas.

$$\begin{array}{ll}
 \text{Max}_{\mu, \delta, k} & w_0 = \mu^T y_0 + k_0 \\
 \text{Sujeto a:} & \delta^T x_0 = 1 \\
 & \mu^T Y + k_0 \leq \delta^T X \\
 & \mu^T, \delta^T \geq I\varepsilon \\
 & k_0 \text{ no restringida}
 \end{array} \quad (15)$$

El objetivo del modelo DEA-BCC Input orientado es encontrar un hiperplano que, permaneciendo sobre o por encima de todas las Unidades, minimice la distancia horizontal del hiperplano a la Unidad₀ (Charnes A. , Cooper, Lewin, & Seiford, 1994). El signo que adopte k en la solución óptima del problema indicará si la Unidad que está siendo considerada se encuentra en una región de rendimientos crecientes, decrecientes o constantes a escala.

La Unidad evaluada será calificada de eficiente si $w_0 = 1$ y existe al menos un óptimo (μ^*, δ^*) con $\mu^* > 0$ y $\delta^* > 0$. El valor k^* es usado para identificar el tipo de rendimiento a escala en el que opera localmente la Unidad evaluada.

6.1.4.2.3 Modelo BCC-Dual orientado a las entradas.

$$\begin{array}{ll}
 \text{Min}_{\theta, \lambda, s^+, s^-} & z_0 = \theta - \varepsilon(Is^+ + Is^-) \\
 \text{Sujeto a:} & \lambda Y = y_0 + s^+ \\
 & \lambda X = \theta x_0 - s^- \\
 & \vec{1}\lambda = 1 \\
 & \lambda, s^+, s^- \geq 0
 \end{array} \quad (16)$$

El anterior presenta, a diferencia del modelo DEA-CCR, la denominada restricción de convexidad: $\vec{1}\lambda = 1$, que está asociada con la variable k . Es decir, mientras que en los modelos DEA-CCR el punto de proyección $(\widehat{x}_0, \widehat{y}_0)$ es una combinación lineal de unidades eficientes que permanecen sobre una cara de la envolvente eficiente, en los modelos DEA-BCC dicho punto de proyección es una combinación lineal convexa.

La Unidad evaluada será calificada como eficiente si y solo si en la solución óptima $\theta^* = 1$ y las variables de holguras son todas nulas, es decir, $s^{+*} = 0$ y $s^{-*} = 0$.

6.1.4.2.4 Modelo BCC forma multiplicativa orientado a las salidas.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Min}_{\mu, \delta, k'} \quad w_0 = \delta^T x_0 - k'_0 \\ \text{Sujeto a:} \quad \mu^T y_0 = 1 \\ \delta^T X - k'_0 \geq \mu^T Y \\ \mu^T, \delta^T \geq I\varepsilon \\ k'_0 \quad \text{no restringida} \end{array} \right\} \quad (17)$$

Donde, si:

- $k'_0 > 0$ para todas las soluciones óptimas, prevalecen rendimientos crecientes a escala.
- $k'_0 = 0$ para cualquier solución óptima, prevalecen rendimientos constantes a escala.
- $k'_0 < 0$ para todas las soluciones óptimas, prevalecen rendimientos decrecientes a escala.

6.1.4.2.5 Modelo BCC – Dual orientado a las salidas.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Max}_{\theta, \lambda, s^+, s^-} \quad z_0 = \varphi + \varepsilon(Is^+ + Is^-) \\ \text{Sujeto a:} \quad \lambda Y = \varphi y_0 + s^+ \\ \lambda X = x_0 - s^- \\ \vec{1}\lambda = 1 \\ \lambda, s^+, s^- \geq 0 \end{array} \right\} \quad (18)$$

La medida de eficiencia técnica Output pura vendrá dada por $1/\phi^*$ e indicará en qué medida los niveles Output de la Unidad₀ pueden ser aumentados radialmente dado sus niveles de Inputs. La Unidad evaluada será calificada como eficiente si y solo si $\phi^*=1$ y las variables de holgura son todas nulas. A partir de los valores óptimos de la resolución, para cada Unidad, se pueden determinar: valores objetivo, conjuntos de referencia para las Unidades ineficientes, porcentajes de mejora Input/Output, porcentajes de contribución Input/Output, etc.

6.1.4.3 Modelo SBM. Esta sección es tomada de (Soto & Arenas Valencia, 2010).

El modelo SBM (Slacks Based Measure) – Medida basada en holguras, introduce una medida de eficiencia que busca el máximo de la suma de holguras, efectuada en el objetivo del modelo y que sea invariante con respecto a las unidades de medición usadas para las diferentes entradas y salidas. Es decir, queremos que esa medida resumen asuma la forma de un escalar que conduzca al mismo valor de eficiencia cuando usemos distancias medidas por ejemplo en kilómetros o en millas. De manera general queremos que esa medida sea la misma cuando reemplazamos a X_{i0} y X_{ij} por $K_i X_{i0} = \hat{X}_{i0}$, $K_i X_{ij} = \hat{X}_{ij}$ y Y_{r0} y Y_{rj} reemplazadas por $C_r Y_{rj} = \hat{Y}_{rj}$, donde K_i y C_r son constantes arbitrarias positivas, $i=1, \dots, m$; $r=1, \dots, s$.

Esta propiedad es conocida como “invarianza de unidad” y “libertad de dimensión”.

El modelo SBM presenta las siguientes propiedades importantes:

1. (P1). La medida es invariante con respecto a la unidad de dimensión de cada entrada y de cada salida (invarianza de unidad).

2. (P2). La medida es monótona decreciente con respecto a las holguras de las entradas y las salidas (monótona).

La formulación matemática del modelo matemático SBM es:

$$Min \rho = \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{S_i^-}{X_{i0}}}{1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{S_r^+}{Y_{r0}}} \quad (19)$$

$$\text{Sujeto a:} \quad X_0 = X\lambda + S^- \quad (20)$$

$$Y_0 = Y\lambda - S^+ \quad (21)$$

$$\lambda \geq 0 \quad (22)$$

$$S^- \geq 0 \quad (23)$$

$$S^+ \geq 0 \quad (24)$$

S_i^- es el exceso de Inputs

S_r^+ es el exceso de Outputs

P se puede interpretar como la razón de las ineficiencias medias teniendo en cuenta inputs y outputs al mismo tiempo.

Este modelo presenta ciertas restricciones por las cuales se deben tener en cuenta dos consideraciones importantes a la hora de aplicarlo. En primer lugar, el modelo supone que $X \geq 0$ (este es el vector de entradas), por tanto, cuando un input particular (x_{i0}) tenga el valor de cero, se elimina el cociente entre el slack y el input (es decir la expresión $\frac{S_i^-}{X_{i0}}$) en la función objetivo (18). En segundo lugar, si el valor de un output para una DMU particular es negativo (y_{j0}) este valor reemplaza con un diferencial positivo, con el fin de que el cociente ($\frac{S_r^+}{Y_{r0}}$) actúe como expresión penalizante.

Este modelo permite calcular el valor de la eficiencia asignativa (no radial) a partir de la relación de las holguras, cuantificando las máximas mejoras de eficiencia que son posibles (reducción de inputs o aumento de outputs) permitiendo que varíe la relación entre factores, es decir, utilizando una medida no radial. Por ejemplo, los modelos CCR y BCC sólo contemplan variaciones equiproporcionales, es decir, estaban basados en medidas radiales.

El modelo SBM orientado a las salidas se define de la siguiente forma:

$$Max \tau = t + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{S_r^+}{Y_{r0}} \quad (25)$$

$$\text{Sujeto a:} \quad 1 = t - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{S_i^-}{X_{i0}} \quad (26)$$

$$t x_0 = X\Lambda + S^- \quad (27)$$

$$t y_0 = Y\Lambda - S^+ \quad (28)$$

$$\Lambda \geq 0 \quad (29)$$

$$S^- \geq 0 \quad (30)$$

$$S^+ \geq 0 \quad (31)$$

$$t > 0$$

6.2 Revisión Bibliográfica

El Análisis Envolvente de Datos en inglés Data Envelopment Analysis (DEA), se ha venido utilizando en las últimas décadas como herramienta para la medición de la eficiencia de diferentes procesos de entidades que laboran en distintos campos como la salud, la educación, la industria, etc. Colombia no ha sido ajeno a su uso en el campo educativo, existen variedad de investigaciones que enfocaron su análisis al uso de esta herramienta. A continuación, se realiza

un breve análisis de algunos documentos académicos que dan cuenta sobre la aplicación del DEA en la evaluación de eficiencia en el sector educativo.

La búsqueda bibliográfica se realizó en los buscadores Scholar.google (<https://scholar.google.com/>) y Scielo (<https://scielo.org/>), utilizando los conectores lógicos y las palabras clave "análisis envolvente de datos, DEA, eficiencia" y "educación, colegios, universidades, docentes, estudiantes" y "Colombia", a partir de la búsqueda se encuentra el artículo (Oviedo García et al. 2013) que recopila información bibliográfica de 21 documentos relacionados a la medición de la eficiencia de procesos educativos en Colombia usando el DEA hasta el año 2013, por lo que se realiza una nueva búsqueda utilizando el filtro para encontrar documentos a partir del año 2014 hasta la fecha y se obtienen los resultados que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2

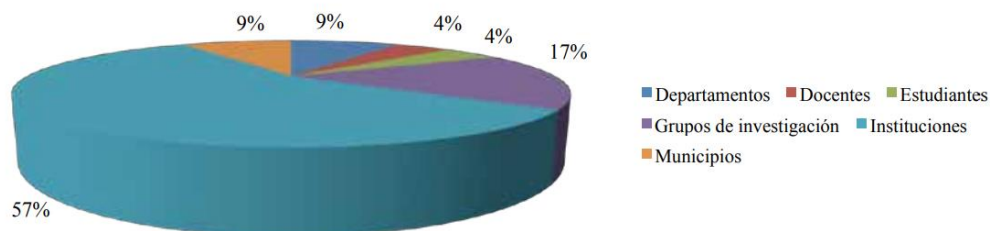
Resultados de Búsqueda

Buscador	N° de Resultados
Scholar.google	958
Scielo	9

De los anteriores resultados se seleccionaron 10 documentos para completar la revisión bibliográfica y dar continuidad en la línea de tiempo al trabajo realizado por Oviedo García et al. (2013), que se presenta a continuación.

Ilustración 3

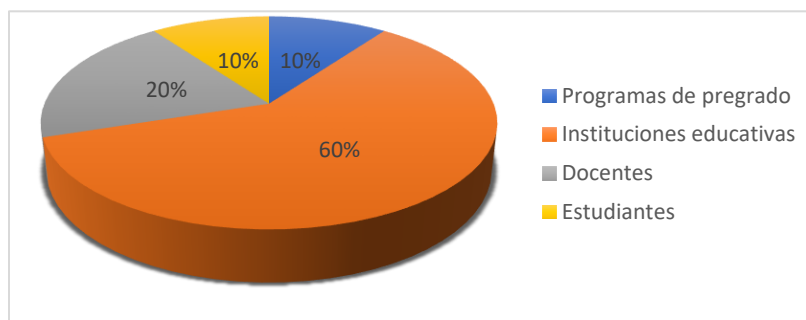
Distribución del Tipo de DMU hasta 2013



Nota: Adaptado de Revisión bibliográfica de la aplicación de la metodología DEA en el ámbito educativo colombiano (p. 138), por (Oviedo García et al. 2013), de Revista Civilizar Ciencias Sociales y Humanas.

Ilustración 4

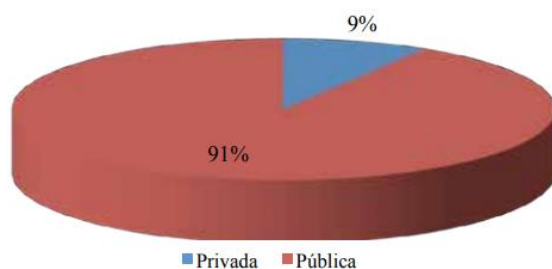
Distribución del tipo de DMU, 2014 – 2020



El mayor porcentaje, en los documentos revisados, tomaron como DMUs instituciones educativas, mientras que las DMUs con menor frecuencia analizadas fueron los docentes o estudiantes.

Ilustración 5

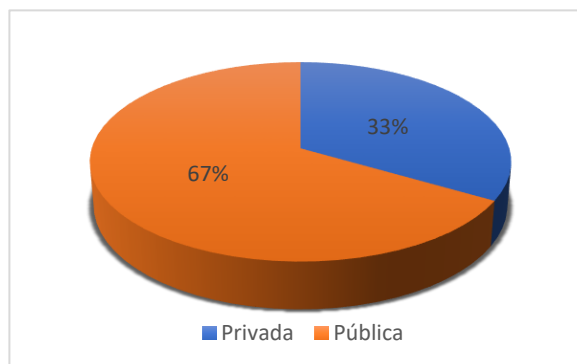
Distribución del sector de la institución hasta 2013



Nota: Adaptado de Revisión bibliográfica de la aplicación de la metodología DEA en el ámbito educativo colombiano (p. 138), por (Oviedo García et al. 2013), de Revista Civilizar Ciencias Sociales y Humanas.

Ilustración 6

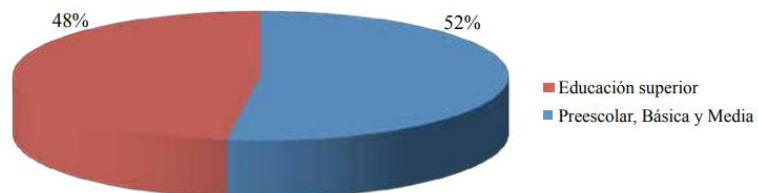
Distribución del sector de la institución, 2014 – 2020



En los documentos revisados se observa mayor predominancia en la medición de la eficiencia en entidades educativas del sector público.

Ilustración 7

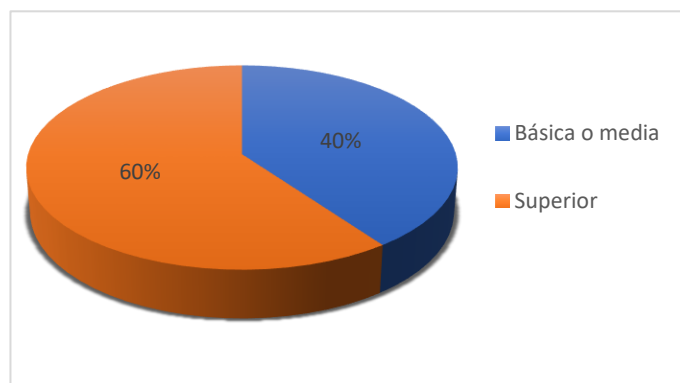
Distribución del nivel educativo hasta 2013



Nota: Adaptado de Revisión bibliográfica de la aplicación de la metodología DEA en el ámbito educativo colombiano (p. 139), por (Oviedo García et al. 2013), de Revista Civilizar Ciencias Sociales y Humanas.

Ilustración 8

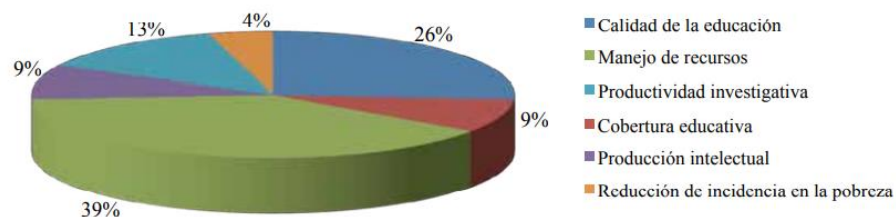
Distribución del nivel educativo, 2014 - 2020



No hay una diferencia significativa entre los niveles educativos donde se ha realizado medición de eficiencia.

Ilustración 9

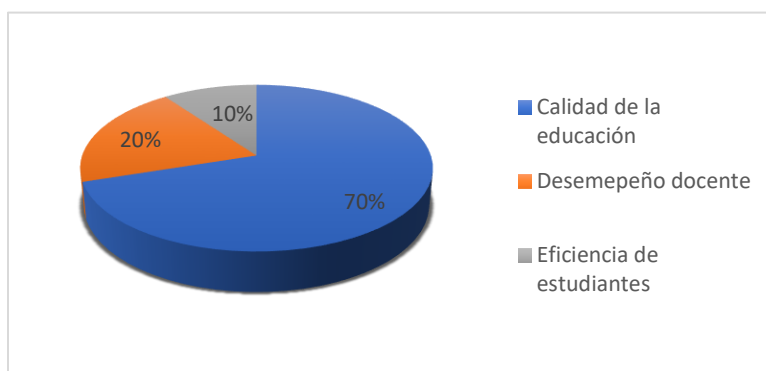
Objetivos de medición de eficiencia hasta 2013



Nota: Adaptado de Revisión bibliográfica de la aplicación de la metodología DEA en el ámbito educativo colombiano (p. 141), por (Oviedo García et al. 2013), de Revista Civilizar Ciencias Sociales y Humanas.

Ilustración 10

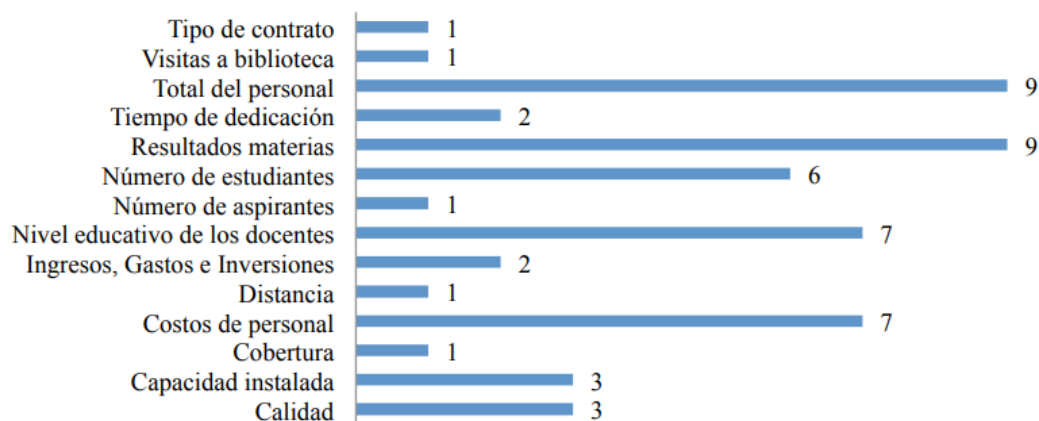
Objetivos de medición de eficiencia de 2014 - 2020



Se identifica una predominancia a evaluar la calidad de la educación.

Ilustración 11

Variables de entrada para la calidad de la educación hasta 2013



Nota: Adaptado de Revisión bibliográfica de la aplicación de la metodología DEA en el ámbito educativo colombiano (p. 144), por (Oviedo García et al. 2013), de Revista Civilizar Ciencias Sociales y Humanas.

Ilustración 12

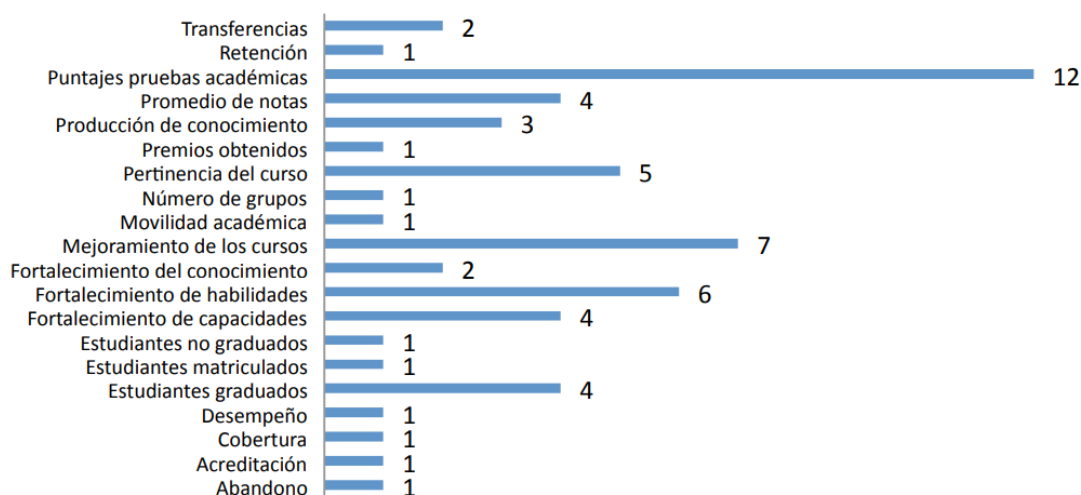
Variables de entrada para la calidad de la educación 2014 a 2020



Las variables de entrada más usadas para la medición de eficiencia de la calidad educativa han sido el total del personal, resultados de las materias, nivel educativo docente, costo del personal y los aportes financieros de la nación, esto muestra que los aportes, distribución y manejo de los recursos económicos y diferentes características de la planta docente intervienen de manera significativa en los procesos educativos.

Ilustración 13

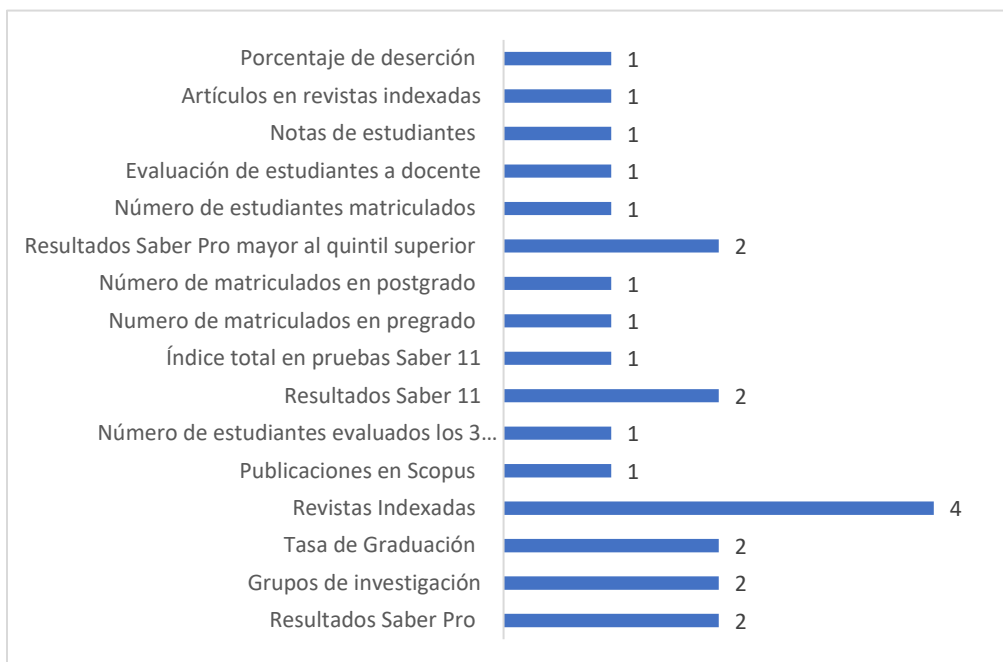
Variables de salida para la calidad de la educación hasta 2013



Nota: Adaptado de Revisión bibliográfica de la aplicación de la metodología DEA en el ámbito educativo colombiano (p. 145), por (Oviedo García et al. 2013), de Revista Civilizar Ciencias Sociales y Humanas

Ilustración 14

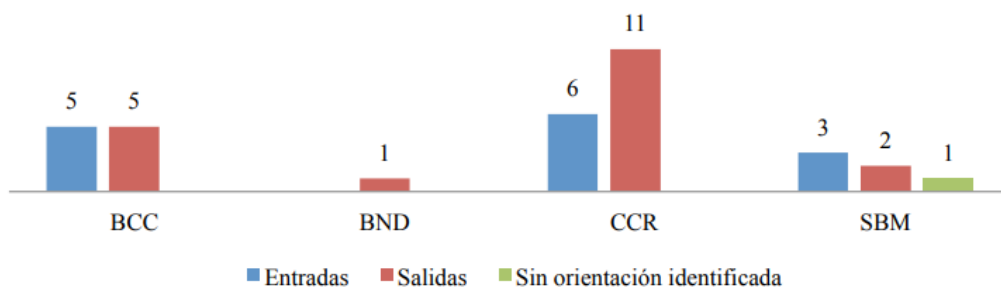
Variables de salida para la calidad de la educación 2014 a 2020



Gran parte de las variables de salidas están relacionadas con resultados que los estudiantes alcanzan a través de pruebas estandarizadas, notas de las diferentes áreas, fortalecimiento de habilidades, estudiantes graduados e investigación en el caso de la eficiencia en la educación superior.

Ilustración 15

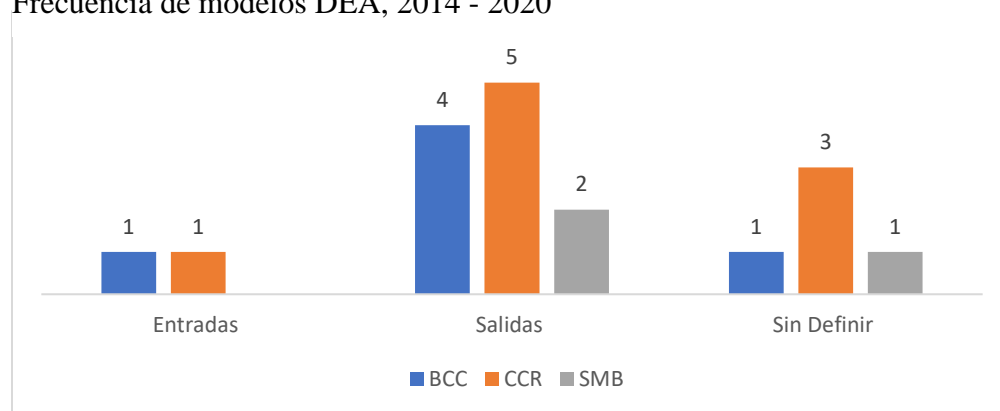
Frecuencia de modelos DEA hasta 2013



Nota: Adaptado de Revisión bibliográfica de la aplicación de la metodología DEA en el ámbito educativo colombiano (p. 143), por (Oviedo García et al. 2013), de Revista Civilizar Ciencias Sociales y Humanas.

Ilustración 16

Frecuencia de modelos DEA, 2014 - 2020



Se evidencia una predominancia del uso de los modelos DEA BCC y CCR enfocados hacia las salidas.

El mayor aporte y diferencia que se presenta en esta investigación es el análisis que se realiza a los procesos que intervienen en los cuatro indicadores de calidad propuestos desde el departamento de diseño curricular para la revisión y evaluación de los departamentos de área y junto con este análisis se identifican las variables de entrada, las variables de salida y las DMUs que son necesarias y útiles tanto para el uso de las herramientas del Análisis Envolvente de Datos (DEA) y como para apoyar y construir el proceso de certificación de calidad en el que el CBJML se encuentra.

Las variables de entrada y de salida propuestas para medir la eficiencia de los procesos que intervienen en el indicador número uno son particulares ya que surgen a partir de los fundamentos de la propuesta pedagógica de la institución y la formación que el departamento de escuela de maestros ha brindado a la planta docente. Por otro lado, las variables de entrada y de salida utilizadas para medir la eficiencia de los procesos que intervienen en el indicador número cuatro no se evidencian con gran frecuencia en otros trabajos teniendo en cuenta que se tuvieron presentes resultados no sólo de pruebas estandarizadas aplicadas por el Estado sino también otros a los que la institución educativa permitió acceder y así mismo con algunas variables de entrada. Medir la eficiencia de la planta docente del CBJML bajo las particularidades de la institución que hace parte del sector privado también hacen que esta sea una investigación que involucra sectores y DMUs que no se utilizan con mucha frecuencia.

6.3 Marco Referencial

En la Constitución Política de Colombia de 1991, en los artículos 67 y 68, la educación se convierte en un derecho y un servicio público, pero además da al Estado la responsabilidad de la vigilancia e inspección de su calidad y cumplimiento.

Buscando generar políticas de evaluación de calidad y eficiencia de los entes educativos, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) ha establecido una serie de políticas y estrategias de evaluación que le permiten realizar un seguimiento tanto a entidades públicas como privadas y además generar estrategias para mejorar la calidad educativa del país (Dávila, 2018).

Los establecimientos educativos privados que se orientan a la excelencia en la gestión pueden optar por procesos de acreditación o certificación, que incorporan autoevaluación, evaluación externa y procesos de mejoramiento. Los procesos de acreditación son más exigentes, pues incorporan fuertemente los procesos misionales, es decir los educativos, los que son incluidos extensamente en la autoevaluación y revisados por pares académicos, tanto para el rector, como para las áreas de conocimiento impartidas, bienestar e infraestructura. En los procesos de certificación, un auditor o grupo de auditores verifica que el establecimiento educativo se ajusta a los requisitos del sistema o modelo de gestión. (<https://www.mineducacion.gov.co>, s.f.)

El Ministerio de Educación para el reconocimiento de modelos de gestión de calidad ha establecido una serie de requisitos que éstos deben cumplir para que de esta manera sean acogidos en las instituciones privadas de educación preescolar, básica y media. Uno de los modelos y sistemas de gestión reconocidos por el MEN es el de la European Foundation for Quality Managment (EFQM), mediante Resolución 2900 del 29 de mayo de 2007 (Proceso

administrado por Santillana Formación); luego a través de la Resolución 6546 del 28 de julio de 2010, reconoce a la Fundación Colombia Excelente como administrador del modelo. Finalmente, la Resolución 10860 de 2017 valida nuevamente el modelo por un periodo de 10 años hasta el 26 de mayo de 2027 (<https://www.mineduacion.gov.co>, s.f.).

6.3.1 Modelo EFQM

Esta sección es tomada de la página web de la Fundación Colombia Excelente (Colombia Excelente , 2020)

El modelo EFQM se puede definir como un proceso interno que ayuda a las organizaciones a conocerse a sí mismas, a detectar sus errores y sus carencias. En definitiva, se sigue la máxima de que solo lo que medimos y evaluamos, podemos mejorarlo y es una herramienta muy útil para que las organizaciones aprendan a trabajar según términos de eficacia y calidad.

Los criterios de excelencia se centran en dos áreas principales de actuación, por un lado, los que se refieren a agente y por otro, los que se refieren a resultados. Los criterios de agentes son cinco, y se centran en aspectos más importantes o intrínsecos de la propia empresa.

- Liderazgo
- Estrategia
- Recursos humanos
- Alianzas externas y recursos internos
- Procesos

Los criterios de resultados se refieren a los grupos de interés que cualquier empresa tiene y la consecuencia de nuestros procesos productivos sobre:

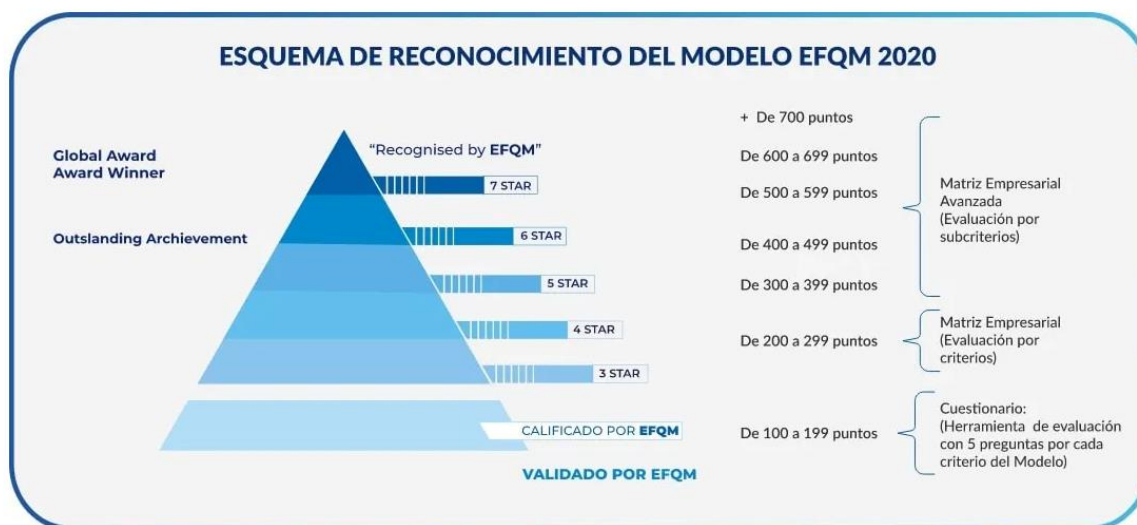
- Los clientes
- Los empleados
- La sociedad
- Resultados clave

El nuevo Modelo EFQM ha sido diseñado desde los años de experiencia en mercados cambiantes, para comprender los beneficios del análisis organizacional, las previsiones a futuro y la inteligencia predictiva para impulsar una verdadera transformación.

En la Ilustración 16 se muestra el esquema de reconocimiento de calidad usado por el modelo EFQM en el año 2020

Ilustración 17

Esquema de reconocimiento del modelo EFQM 2020



Nota: Adaptado de Esquema de reconocimiento del modelo EFQM 2020, de Colombia, EFQM, 2020, <https://colombiaexcelente.org>.

6.3.2 Modelo EFQM en el Colegio Bilingüe José Max León

Esta sección se describe de acuerdo con la entrevista realizada con la persona de lidera el proceso de acreditación del CBJML (Gracia, 2019).

El CBJML es una institución privada que brinda servicio educativo a la comunidad en los niveles de preescolar, educación básica y media en calendario B; se encuentra ubicada en el municipio de Cota del departamento de Cundinamarca, cuenta con 66 años de experiencia y se ha caracterizado por estar siempre a la vanguardia de los procesos educativos.

El CBJML adoptó el modelo EFQM desde el año 2007, cuando alcanzó los estándares para alcanzar la primera estrella; luego en el año 2010 consigue la segunda estrella, más tarde en el año 2012 obtiene la tercera estrella y en el año 2016 adquiere la cuarta estrella y partir de este año inicia un proceso de mejoramiento continuo asociado a una variable de tiempo de cinco años.

Siguiendo en este proceso de mejoramiento continuo y los principios de excelencia anclados al modelo EFQM, el CBJML crea una Planeación Estratégica, que es un documento o herramienta que determina los lineamientos a seguir para el logro de sus objetivos y cumplir su misión, visión y propuesta. Dentro de la Planeación Estratégica hay 15 objetivos estratégicos, uno de estos está relacionado con la calidad académica, es decir, mantener resultados de calidad en el ámbito académico; el liderazgo de este objetivo está a cargo del departamento de Diseño Curricular quien vela por su cumplimiento, monitoreo y seguimiento.

Uno de los principios de excelencia es trabajar por procesos visionales, misionales y los de apoyo.

- Procesos visionales, donde se proyecta y se hace cumplir la visión del colegio, se encuentra el departamento de gestión directiva que se encargan de los resultados con los clientes.

- Procesos misionales, en estos existen varios procesos que se denominan M1, M2, M3, ... y a cada uno le corresponde un departamento específico que se encarga de su desarrollo y evaluación. Al proceso M2 el departamento asociado es el de diseño curricular, quien diseña, revisa, verifica y valida que el plan curricular responda a las expectativas, componentes, resultados, apropiación, planeación y evaluación auténtica de la visión, misión y propósito del colegio para luego entregar este producto a M3 donde se integra el proceso de formación integral y convivencia y está a cargo de los directores de sección quienes a través de los maestros lo convierten en un servicio.

Con la intención de evaluar estos procesos el departamento de diseño curricular crea cuidadosamente y siguiendo la trazabilidad de los objetivos estratégicos, los indicadores que se deben mantener en un periodo de tiempo considerable para hacer mediciones. Los resultados de estos indicadores se tienen en cuenta para tomar decisiones sobre su continuo mejoramiento y deben contar con un mínimo de cuatro mediciones anuales consecutivas. A continuación, se relacionan los indicadores de evaluación de eficacia propuestos por el departamento de diseño curricular a los asesores de área (matemáticas, lengua castellana, inglés, ciencias naturales, ciencias sociales, tecnología, artes y ed. física) a partir del año escolar 2018 – 2019. (Gracia, 2019)

Nota: Tomada de *FTI Nivel de Apropiación PPDI* [formato], Diseño curricular del CBJML, 2019.

Ilustración 19

Indicador 2

FICHA TÉCNICA						LISTADO DE FICHAS TÉCNICAS	
						OBJETIVOS Y RESULTADOS	
INDICADOR	NIVEL DE ACOMPAÑAMIENTO A ENCUENTROS PEDAGÓGICOS EN EL AULA					PROCESO	M2
OBJETIVO ESTRATÉGICO							
OBJETIVO DEL INDICADOR							
META	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	FRECUENCIA	
							Bimestral
QUIÉN REPORTA	ASESORES DE ÁREA					FUENTE DE INFORMACIÓN	
FÓRMULA DE CÁLCULO							
CONDICIONES ESPECIALES							

Nota: Tomada de FT2 Nivel de Acompañamiento a Encuentros Pedagógicos en el Aula

[formato], Departamento diseño curricular del CBJML, 2019.

Ilustración 20


Indicador 3

FICHA TÉCNICA						LISTADO DE FICHAS TÉCNICAS	
INDICADOR	DESPLIEGUE DEL CURRÍCULO					PROCESO	M2
OBJETIVO ESTRATÉGICO							
OBJETIVO DEL INDICADOR							
META	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	FRECUENCIA	Bimestral
QUIEN REPORTA	ASESORES DE ÁREA					FUENTE DE INFORMACIÓN	
FORMULA DE CALCULO							
CONDICIONES ESPECIALES							

Nota: Tomada de *FT3 Despliegue del Currículo* [formato], Departamento diseño curricular del CBJML, 2019

Ilustración 21

Indicador 4

 FICHA TÉCNICA						LISTADO DE FICHAS TÉCNICAS <small>(CICLO DE PROMOCIÓN)</small>	
INDICADOR	RESULTADOS DE PROMOCIÓN					PROCESO	M2
OBJETIVO ESTRATÉGICO							
OBJETIVO DEL INDICADOR							
META	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	FRECUENCIA	Anual
QUIEN REPORTA	ASESORES DE ÁREA					FUENTE DE INFORMACIÓN	Reporte de consolidado final de las direcciones de sección.
FORMULA DE CALCULO							
CONDICIONES ESPECIALES							

Nota: Tomada de *FT4 Resultados de Promoción* [formato], Departamento diseño curricular del CBJML, 2019.

7. Diseño Metodológico

En esta investigación se utilizó la metodología del Análisis Envolvente de Datos, el cual permitió la medición de eficiencia de los docentes del CBJML usando variables asociadas al indicador número cuatro propuesto por el departamento de diseño curricular del CBJML para dar cuenta de su proceso misional, de acuerdo con el plan estratégico que sigue la institución en busca de su continuo mejoramiento siguiendo los lineamientos del modelo de calidad EFQM.

Las etapas que se siguieron para su desarrollo fueron:

- En primer lugar, se realizó una revisión bibliográfica de investigaciones en las que usaron el DEA en el campo educativo en Colombia; se identifica una amplia gama de trabajos y de estos se realiza un análisis sobre las variables de entrada y de salida, las DMUs evaluadas, el sector (público o privado) sobre el cual se hicieron los estudios, los modelos usualmente utilizados y la orientación que estos tomaron (entradas-salidas), entre otros aspectos.
- Se identifica un posible uso del DEA para la evaluación de la eficiencia de los docentes del CBJML a través de las variables usadas en los cuatro indicadores de calidad que los asesores de área (matemáticas, lengua castellana, inglés, ciencias naturales, ciencias sociales, artes, tecnología y ed. física) del CBJML deben medir; para tener una mejor comprensión sobre lo que evalúa cada uno de los indicadores fue necesario entender el lineamiento y aplicación del modelo EFQM en el CBJML, puesto que es a partir de este que se genera una serie de procesos misionales que se deben evaluar año tras año.
- Se realizó un análisis acerca de cada una de las variables que intervienen en los procesos que evalúan los indicadores de calidad para identificar cuál o cuáles de estos cumplen las

condiciones para medir la su eficiencia de los docentes de la institución haciendo uso del DEA, a partir de esto se seleccionaron el indicador uno (apropiación de la propuesta pedagógica) y cuatro (resultados de promoción). Se propusieron e identificaron variables de entrada que intervienen en los procesos de cada indicador y variables de salida que evalúan los resultados que cada indicador pretende medir.

- Se inició la recolección de los datos, sin embargo, la institución no contaba con los datos necesarios para medir la eficiencia de los docentes basados en el indicador uno, por lo que recomienda iniciar esta labor para futuros años escolares. Los datos requeridos para medir la eficiencia del indicador cuatro se tomaron de la plataforma académica del colegio, secretaría académica, registros en cada una de las secciones (preescolar, primaria y secundaria) y plataforma de empresas aliadas (Milton Ochoa).
- Haciendo uso de los modelos DEA CCR-O y BCC-O, orientados a las salidas ya que son estas las variables controlables, se realiza la medición de la eficiencia de la planta docente del CBJML usando las variables que intervienen en el indicador de calidad cuatro para luego identificar el porcentaje de docentes eficientes con los que cuenta cada departamentos de área y las oportunidades de mejora de los docentes que no se encuentran en la frontera eficiente.

8. Desarrollo de la Investigación

El CBJML cuenta con siete departamentos de área (matemáticas, lengua, inglés, ciencias sociales, ciencias naturales, ed. física, artes y tecnología) y cada uno de estos tiene un asesor que direcciona el quehacer pedagógico de un grupo de docentes que se encargan del proceso de enseñanza-aprendizaje del área en específico.

En el año escolar 2018 – 2019 los asesores de cada departamento de área deben iniciar un proceso de evaluación de eficiencia de su equipo docente para identificar aquellos departamentos de área eficientes de acuerdo con los indicadores de calidad planteados por el departamento de diseño curricular.

Por lo anterior se decide medir la eficiencia de la planta, tomando como DMU cada docente de forma independiente, para que luego con los resultados obtenidos cada asesor de área departamento realice un informe más específico y confiable sobre su equipo docente de acuerdo con las exigencias de los cuatro indicadores de calidad.

En primera instancia se realiza un análisis de cada uno de los indicadores, donde se definen las variables que intervienen, las unidades de medida y los instrumentos o fuentes para la recolección de los datos.

8.1.1 Análisis Indicador uno: Nivel de Apropiación de la Propuesta Pedagógica de Desarrollo Integral (PPDI).

En el año escolar 2017 – 2018 el CBJML crea el departamento Escuela de Maestros dedicado especialmente al acompañamiento de la planta docente en su proceso de enseñanza-aprendizaje con los estudiantes a través del conocimiento y aplicación de los elementos y fundamentos de la

PPDI. En la Ilustración 21 se muestra a grandes rasgos el propósito, enfoque, estructura de aula, metodología y herramientas didácticas que forman la PPDI del CBJML

Ilustración 22

Fundamentos de la PPDI del CBJML



Nota: tomada de *Propuesta Pedagógica de Desarrollo Integral* [infografía], de Departamento Escuela de Maestros del CBJML, 2018.

Teniendo en cuenta las capacitaciones brindadas por el departamento de escuela de maestros y las características de los fundamentos de la PPDI se definen variables de entrada y salida que interfieren para medir la eficiencia de la apropiación y aplicación de la PPDI en cada profesor (Tabla 3)

Tabla 3**Análisis Indicador 1**

Fundamento	Variables	Recolección de datos	U. de medida	Datos recolectados
Enfoque	Conocimientos conceptuales de la PPDI	A través de prueba	Puntuación de 1 a 10.	SI
Estructura de aula	N° de veces que cada docente aplicó en sus sesiones de clase el trabajo cooperativo de acuerdo con modelos vistos en el departamento de escuela de maestros	Se propone crear formato para tal fin		NO
	Impacto en el desarrollo de habilidades sociales y competencias disciplinares que genera el trabajo cooperativo en los estudiantes	Desempeños alcanzados por los estudiantes en actividades que evaluaban las mismas competencias abordadas después de aplicar el trabajo cooperativo.	De 1 a 7	NO
		Coevaluación de compañeros sobre aportes y apoyo al grupo en trabajo cooperativo	De 1 a 7	Incompletos
Metodología:	N° de experiencias de aprendizaje interdisciplinares aplicadas	A través del formato de planeación, llevar registro de experiencias desarrolladas		NO
	N° de experiencias de aprendizaje disciplinares aplicadas			
Herramientas didácticas	N° de herramientas aplicadas en clase	A través del formato de planeación, hacer registro de herramientas didácticas aplicadas.		NO
Evaluación auténtica	N° de experiencias en las que el estudiante autoevalúa el desarrollo de sus competencias haciendo uso de la rúbrica.	A través del formato de planeación, llevar registro		NO

Nota: elaboración propia

8.1.1.1 Variables de Entrada y Salida. Como se evidencia en la Tabla 3 la institución no cuenta con la mayoría de los datos para medir la eficiencia de este indicador puesto que el departamento de calidad propuso la evaluación terminado el año escolar; no se crearon formatos o medios de recolección de datos desde el inicio del año escolar para tal fin. Sin embargo, para la evaluación de este criterio en próximos años escolares se propone, en la Tabla 4, las entradas y salidas para la aplicación de análisis envolvente de datos de este indicador.

Tabla 4

Entradas y salidas de indicador 1

Input ... Output	Descripción de la variable
Input 1	Conocimientos conceptuales de la PPDI
Input 2	N° de veces que cada docente aplicó en sus sesiones de clase el trabajo cooperativo de acuerdo con modelos vistos en el departamento de escuela de maestros
Input 3	N° de experiencias de aprendizaje interdisciplinarias aplicadas
Input 4	N° de experiencias de aprendizaje disciplinares aplicadas
Input 5	N° de experiencias en las que el estudiante autoevalúa el desarrollo de sus competencias haciendo uso de la rúbrica.
Output 1	N° de estudiantes con desempeños altos en actividades que evaluaban las mismas competencias abordadas después de aplicar el trabajo cooperativo.
Output 2	N° de estudiantes con desempeños bajos en actividades que evaluaban las mismas competencias abordadas después de aplicar el trabajo cooperativo.
Output 3	N° de estudiantes con desempeños altos en coevaluación de compañeros sobre aportes y apoyo al grupo en trabajo cooperativo
Output 4	N° de estudiantes con desempeños bajos en coevaluación de compañeros sobre aportes y apoyo al grupo en trabajo cooperativo

Nota: elaboración propia

8.1.1.2 Selección de DMUs. Las DMUs a las que se evaluarán la eficiencia de este indicador son los docente de la institución. En la Tabla 5 se relacionan los docentes de cada sección y se especifican aquellos que lograrían medir las entradas y salidas propuestas de acuerdo con la población estudiantil con la que laboran.

Tabla 5

Homogeneidad de DMUs

Sección	N° de Docentes	I1	I2	I3	I4	I5	O1	O2	O3	O4
Preescolar	26	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	No	No
Primaria	33	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Secundaria	33	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Nota: Las abreviaturas I1, ..., I5, O1, O2, ..., O4 hacen referencia a las entradas y salidas descritas en la Tabla 4.

De acuerdo con la información que proporciona la Tabla 5 las DMUs que cumplen el supuesto de homogeneidad son los docentes de la sección de primaria y secundaria, lo cual completa un total de 66 DMUs a evaluar.

A continuación, se muestra como el número de entradas, el número de salidas y el número de DMUs a evaluar cumplen con la desigualdad 3:

$$\text{Número de DMU's} \geq \text{Max}\{m * t, 3(m + t)\} \quad (3)$$

$$66 \geq \text{Max}\{5 * 4, 3(5 + 3)\}$$

Dada la carencia de los datos el análisis de este indicador se plantea hasta este punto y se sugiere a la institución iniciar el respectivo registro de los datos para el próximo año escolar.

8.1.2 *Análisis Indicador dos: Nivel de Acompañamiento a Encuentros Pedagógicos en el Aula*

En cada bimestre o periodo académico, los jefes de los departamentos de área deben realizar a lo menos un acompañamiento a una sesión de clase a cada uno de los docentes que conforman su equipo de trabajo; los acompañamientos son utilizados para realizar una evaluación de 14 criterios de acuerdo con el formato de acompañamiento a espacios pedagógicos que utiliza la institución y además realizar retroalimentaciones acerca de los procesos que se alcanzan a evidenciar. Hay departamentos de área que cuentan con un número considerable de maestros como lo son inglés y ciencias naturales, por lo que en algunas ocasiones los asesores de área no realizan el total de acompañamientos establecidos. Para la institución es importante tener un registro acerca de estos acompañamientos; por ahora este indicador sólo mide el porcentaje de acompañamientos realizados respecto a los establecidos y para tal fin no es necesario usar el análisis envolvente de datos.

8.1.3 *Análisis Indicador tres: Despliegue del Currículo*

En el CBJML existen cuatro periodos académicos para los cuales los docentes deben desarrollar planeación de clases, rúbricas de evaluación y evaluaciones bimestrales. Cada asesor de área debe revisar cada uno de estos documentos, verificando que siga los criterios de edición y presenten coherencia con los lineamientos disciplinares e institucionales.

El indicador número tres evalúa el porcentaje de los documentos (planeación, rúbricas y evaluaciones) revisados por los asesores de área en el transcurso del año escolar respecto al total de documentos hechos por su equipo de trabajo, para lo anterior no es necesario el uso del análisis envolvente de datos.

8.1.4 Análisis Indicador cuatro: Resultados de promoción

Este indicador busca medir o identificar el departamento de área que ha alcanzado los mejores resultados en los estudiantes tanto en las pruebas internas como en las pruebas externas, con la intención de identificar oportunidades de mejora y plantear objetivos académicos para próximos años escolares. Para el CBJML es muy importante alcanzar y mostrar un continuo progreso en los resultados que obtienen los estudiantes, especialmente en las pruebas externas.

Las pruebas internas hacen referencia a los desempeños alcanzados por los estudiantes al finalizar el año escolar en cada área.

Las pruebas externas hacen referencia a los resultados de los estudiantes en las pruebas que aplican el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) y la empresa aliada Milton Ochoa.

Evaluar los resultados de los estudiantes en las distintas pruebas, traduce en evaluar la eficiencia del proceso de enseñanza – aprendizaje que cada docente logra en el área durante todo el año escolar con el grupo de estudiantes que tiene a cargo, ya que es a través de este proceso que los estudiantes desarrollan sus competencias para luego demostrarlo en las diferentes pruebas.

De acuerdo con lo descrito anteriormente, para medir la eficiencia de este indicador se realizará en primer lugar una evaluación de la eficiencia de cada docente de forma individual para luego con estos resultados comparar los equipos de trabajo de cada departamento de área.

8.1.4.1 Variables de Entrada y Salida. En el proceso de enseñanza – aprendizaje que llevan a cabo los docentes en las aulas intervienen bastante factores o variables que son importantes tener en cuenta. Dado que se evaluará la eficiencia de los docentes a través de los resultados en las diferentes pruebas, se plantean las variables de entrada y de salida que se muestran en la Tabla 6 con su respectiva descripción y unidad de medida.

Tabla 6*Descripción de las Variables de Entrada y Salida*

Variable	Input	Descripción u observaciones	Unidad de medida
	Output		
Años laborando en la institución	Input	Se considera esta variable, ya que los años laborados en la institución permiten una mayor apropiación de la propuesta pedagógica y con ésta un mejor desarrollo de las competencias. Debido a que se va a evaluar la eficiencia de cada docente en un año escolar, no sería ecuánime evaluar la eficiencia de aquellos docentes que no acompañaron el proceso completo durante el año escolar de los estudiantes, por lo anterior se tomarán aquellos docentes que al terminar el año escolar 2018 – 2019 completan mínimo un año escolar.	Años
Horas cátedra	Input	Número de horas disciplinares del ciclo (6 días) que cada docente debe acompañar (matemáticas, lengua, inglés, ciencias naturales, ciencias sociales, artes, ed. Física, tecnología).	Horas
Horas planeación	Input	Número de horas del ciclo con las que el docente cuenta para planeación, evaluación y atención al cliente.	Horas

Variable	Input	Descripción u observaciones	Unidad de medida
	Output		
Horas tutoría	Input	Número de horas de dirección de curso que el docente acompaña en el ciclo. Se tiene en cuenta esta variable porque los docentes que son directores de curso cuentan con una responsabilidad adicional bastante importante ya que frecuentemente deben solucionar situaciones presentadas entre los estudiantes del curso a cargo, esto puede afectar el proceso que el docente debe llevar en su área.	Horas
N° de estudiantes a cargo	Input	Número total de estudiantes que el docente acompaña el área disciplinar a la que pertenece	N° estudiantes
N° de estudiantes que recibe con desempeño bajo.	Input	N° de estudiantes que alcanzaron desempeño final bajo en el área el año anterior. Dado que una de las salidas es el número de estudiantes que finalizan el año escolar con desempeños bajos, se considera esta variable ya que hay áreas que reciben un mayor número de estudiantes con desempeños bajos que otras (matemáticas vs ed física).	N° estudiantes
N° de estudiantes que recibe con desempeño básico.	Input	N° de estudiantes que alcanzaron desempeño final básico en el área el año anterior. Dado que una de las salidas es el número de estudiantes que finalizan el año escolar con desempeños básico, se considera esta variable ya que hay áreas que reciben un mayor número de estudiantes con desempeño básico que otras (matemáticas vs ed física).	N° estudiantes

Variable	Input	Descripción u observaciones	Unidad de medida
	Output		
N° de estudiantes que recibe con desempeño alto	Input	N° de estudiantes que alcanzaron desempeño final alto en el área el año anterior.	N° de estudiantes
N° de estudiantes con compromiso en el área	Input	Teniendo en cuenta el proceso del estudiante en el transcurso del año anterior, puede ingresar al año escolar 2018-2019 con un compromiso en áreas específicas, lo que da cuenta de dificultades en el desarrollo de sus competencias.	N° de estudiantes
Formación académica	Input	Como se trata de una variable cualitativa se caracteriza de la siguiente manera: 1. Licenciado 2. Profesional no licenciado 3. Licenciado con especialización. 4. Profesional no licenciado con especialización. 5. Licenciado con maestría 6. Profesional no licenciado con maestría.	Escala de 1 a 6
N° de estudiantes con compromiso personal	Input	Teniendo en cuenta el proceso del estudiante en el transcurso del año anterior, puede ingresar al año escolar 2018-2019 con un compromiso personal, lo que da cuenta de dificultades en el desarrollo de su autonomía, responsabilidad, hábitos de estudio, entre otros.	N° de estudiantes

Variable	Input	Descripción u observaciones	Unidad de medida
	Output		
N° de estudiantes con desempeño bajo	Output	N° de estudiantes que culminan el año escolar 2018 – 2019 con desempeños bajo en el área.	N° de estudiantes
N° de estudiantes con desempeño básico	Output	N° de estudiantes que culminan el año escolar 2018 – 2019 con desempeños básicos en el área.	N° de estudiantes
N° de estudiantes con desempeño alto	Output	N° de estudiantes que culminan el año escolar 2018 – 2019 con desempeños alto en el área.	N° de estudiantes
N° de estudiantes con desempeño superior	Output	N° de estudiantes que culminan el año escolar 2018 – 2019 con desempeños superior en el área.	N° de estudiantes
N° de estudiantes con desempeño bajo en pruebas externas	Output	Como preparación para las pruebas estandarizadas el CBJML realiza alianzas estratégicas para la evaluación de los procesos internos de los grados tercero a décimo. Las empresas asociadas generan reporte de evaluación por niveles de desempeño. Para grado undécimo se toman como pruebas externas los resultados de la Prueba Saber 11 que aplica el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES).	N° de estudiantes

Variable	Input	Descripción u observaciones	Unidad de medida
	Output		
N° de estudiantes desempeño básico en pruebas externas	Output	N° de estudiantes que alcanzan desempeño básico en las pruebas externas	N° de estudiantes
N° de estudiantes desempeño alto en pruebas externas	Output	N° de estudiantes que alcanzan desempeño alto en las pruebas externas	N° de estudiantes
N° de estudiantes desempeño superior en pruebas externas	Output	N° de estudiantes que alcanzan desempeño superior en las pruebas externas	N° de estudiantes

Nota: elaboración propia

En la Tabla 7 se muestra de una manera más puntual cada una de las variables de entrada y salida (inputs/outputs) seleccionadas

Tabla 7

Variables de Entrada y Salida

Tipo de variable	N° Variable	Nombre de la Variable
I N P U T S	I1	Años laborando en la institución
	I2	Horas cátedra
	I3	Horas de planeación
	I4	Horas tutoría
	I5	N° estudiantes a cargo
	I6	N° estudiantes que recibe con desempeño básico
	I7	N° estudiantes que recibe con desempeño básico
	I8	N° estudiantes que recibe con desempeño alto
	I9	N° estudiantes que recibe con desempeño superior
	I10	N° estudiantes que recibe con compromiso
	I11	Formación académica
	I12	N° de estudiantes que recibe con compromiso en el área
O U T P U T S	O1	N° de estudiantes que alcanzan desempeño bajo en el área
	O2	N° de estudiantes que alcanzan desempeño básico en el área
	O3	N° de estudiantes que alcanzan desempeño alto en el área
	O4	N° de estudiantes que alcanzan desempeño superior en el área
	O5	N° de estudiantes que alcanzan desempeño bajo en pruebas externas
	O6	N° de estudiantes que alcanzan desempeño básico en pruebas externas
T	O7	N° de estudiantes que alcanzan desempeño alto en pruebas externas
	O8	N° de estudiantes que alcanzan desempeño superior en pruebas externas

Nota: elaboración propia

Teniendo en cuenta que el modelo del DEA que se planea usar para la evaluación de la eficiencia está orientado a las salidas, todas estas deben aumentar para alcanzar la eficiencia. Para las salidas O1 y O5 no tendría sentido aumentar la cantidad de estudiantes con desempeños bajos tanto en las pruebas internas como en las pruebas externas, por lo que los valores originales de estas salidas son transformados, antes de introducirlos en el software correspondiente, por

$O1 = 1/O1$ y así mismo $O5 = 1/O5$. De esta manera al aumentar su valor en los resultados del software está creciendo esa variable invertida de su valor original, es decir, disminuir el denominador lo que traduce al mismo tiempo la reducción de la cantidad de estudiantes con desempeños bajos.

8.1.4.2 Selección de Unidades de Toma de Decisión (DMUs). En esta investigación se evaluará la eficiencia de la planta docente del CBJML teniendo en cuenta las variables que intervienen en el indicador de calidad cuatro, es decir, la eficiencia del proceso enseñanza – aprendizaje que cada docente logra en su área. Las DMUs a evaluar son los docentes del CBJML.

Las DMUs a evaluar deben cumplir el supuesto de homogeneidad, es decir, cada una debe usar el mismo tipo de recursos (input) para obtener el mismo tipo de resultados (output), aunque en cantidades diferentes. Se realiza un análisis deductivo para identificar los docentes que cumplen este supuesto.

El equipo docente del CBJML cuenta con 92 maestros distribuidos de forma estratégica en tres secciones, en la Tabla 8 se presenta de forma detallada la información.

Tabla 8

Nº de Docentes en Cada Sección del CBJML

Sección	Niveles	Nº de docentes
Prescolar	Nursery	26
	Pre kínder	
	Kínder	
	Transición	
Primaria	Primero a quinto	33
Bachillerato	Sexto a undécimo	33

8.1.4.2.1 DMUs Homogéneas en las Entradas. Obtener los datos de todas las entradas (input) es posible en todos los docentes a excepción de aquellos que acompañan los procesos de Nursery y Prekínder, ya que los estudiantes que pertenecen a estos grupos no tienen un registro de resultados del anterior año académico porque es el primero que se cursa.

Los docentes que acompañan los niveles desde transición hasta grado undécimo cumplen con el supuesto de homogeneidad en las entradas.

8.1.4.2.2 DMUs Homogéneas en las Salidas. En la tabla 9 se especifican las variables de salida (output) junto con algunas observaciones acerca de la homogeneidad en los docentes (DMUs).

Tabla 9

Homogeneidad en las Salidas

Outputs		Homo_ Geneidad	Observaciones
O1	N° de estudiantes que alcanzan desempeño bajo en el área	SI	Los grados en los que se aplican y tienen resultados de pruebas externas son de tercero a undécimo y sólo de las áreas de matemáticas, lengua, ciencias naturales, ciencias sociales e inglés.
O2	N° de estudiantes que alcanzan desempeño básico en el área	SI	
O3	N° de estudiantes que alcanzan desempeño alto en el área	SI	
O4	N° de estudiantes que alcanzan desempeño superior en el área	SI	
O5	N° de estudiantes que alcanzan desempeño bajo en pruebas externas	NO	
O6	N° de estudiantes que alcanzan desempeño básico en pruebas externas	NO	
O7	N° de estudiantes que alcanzan desempeño alto en pruebas externas	NO	
O8	N° de estudiantes que alcanzan desempeño superior en pruebas externas	NO	

Nota: O1, ..., O8 hace referencia al número de salida (output) señaladas en la tabla 5

Los docentes de la sección de preescolar, los docentes de grado primero a segundo y quienes integran las áreas de tecnología, educación física no se tendrán en cuenta en el estudio puesto que no cuentan con datos de las salidas número cinco al número ocho (O5, ..., O8).

El docente que acompaña en grado cuarto el proceso de ciencias naturales tampoco se tendrá en cuenta debido a su no continuidad durante todo el año escolar.

8.1.4.2.3 Selección Final de DMUs. Los docentes que cumplen el criterio de homogeneidad son aquellos que acompañaron el proceso de las áreas de matemáticas, lengua castellana, ciencias naturales, ciencias sociales e inglés en los grados de tercero a undécimo. En la Tabla 10 se definen cada una de las DMUs (docentes) seleccionadas para esta investigación.

Tabla 10

DMUs Seleccionadas

N° DMU	Descripción	Convención
1	Docente que acompaña proceso de matemáticas en los cursos de 3A, 3B y 3C.	Math_3ABC
2	Docente que acompaña proceso de matemáticas en los cursos de 3D, 4C y 4D.	Maht_3D4CD
3	Docente que acompaña proceso de matemáticas en los cursos de 4A y 4D.	Math_4AB
4	Docente que acompaña proceso de matemáticas en los cursos de 5A, 5B, 5C y 5D	Math_5ABCD
5	Docente que acompaña proceso de matemáticas en los cursos de 6A, 6B y 6C.	Math_6ABC
6	Docente que acompaña proceso de matemáticas en los cursos de 7A, 7B y 7C.	Math_7ABC
7	Docente que acompaña proceso de matemáticas en los cursos de 8A, 8B y 8C.	Math_8ABC
8	Docente que acompaña proceso de matemáticas en los cursos de 9A, 9B y 9C.	Math_9ABC

N° DMU	Descripción	Convención
9	Docente que acompaña proceso de matemáticas en los cursos de 10A y 10B.	Math_10AB
10	Docente que acompaña proceso de matemáticas en los cursos de 11A, 11B y 11C.	Math_11ABC
11	Docente que acompaña proceso de lengua castellana en los cursos de 3A, 3B, 3C y 3D.	Leng_3ABCD
12	Docente que acompaña proceso de lengua castellana en los cursos de 4A, 4B, 4C y 4D.	Leng_4ABCD
13	Docente que acompaña proceso de lengua castellana en los cursos de 5C y 5D.	Leng_5C5D
14	Docente que acompaña proceso de lengua castellana en los cursos de 5A, 5B, 6A y 5B.	Leng_5AB6AB
15	Docente que acompaña proceso de lengua castellana en los cursos de 6C, 7A, 7B y 7C.	Leng_6C7ABC
16	Docente que acompaña proceso de lengua castellana en los cursos de 8A y 8B.	Leng_8AB
17	Docente que acompaña proceso de lengua castellana en los cursos de 8C, 9A, 9B y 9C.	Leng_8C9ABC
18	Docente que acompaña proceso de filosofía en los cursos de 10A, 10B, 11A, 11B y 11C.	Leng_10AB11ABC
19	Docente que acompaña proceso de lengua castellana en los cursos de 10A, 10B, 11A, 11B y 11C.	Leng_10AB11ABC
20	Docente que acompaña proceso de inglés en los cursos de 3A, 3B, 3C.	Ingl_3ABC
21	Docente que acompaña proceso de inglés en los cursos de 3D, 4A y 4B.	Ingl_3D4AB
22	Docente que acompaña proceso de inglés en los cursos de 4C, 4D, y 5A.	Ingl_4CD5A
23	Docente que acompaña proceso de inglés en los cursos de 5B, 5C y 5D.	Ingl_5BCD
24	Docente que acompaña proceso de inglés en los cursos de 6A, 6B y 6C.	Ingl_6ABC
25	Docente que acompaña proceso de inglés en los cursos de 7A, 7B y 7C.	Ingl_7ABC
26	Docente que acompaña proceso de inglés en los cursos de 8A, 8B y 8C.	Ingl_8ABC
27	Docente que acompaña proceso de inglés en los cursos de 9A, 9B y 9C.	Ingl_9ABC
28	Docente que acompaña proceso de inglés en los cursos de 10A, 10B y 11A.	Ingl_10AB11A
29	Docente que acompaña proceso de inglés en los cursos de 11B y 11C.	Ingl_11BC

N° DMU	Descripción	Convención
30	Docente que acompaña proceso de ciencias sociales en los cursos de 3A, 3B, 3C y 3D.	Soc_3ABCD
31	Docente que acompaña proceso de ciencias sociales en los cursos de 4A, 4B, 4C, 4D, 5A y 5B.	Soc_4ABCD5AB
32	Docente que acompaña proceso de ciencias sociales en los cursos de 5C, 5D, 6A, 6B y 6C.	Soc_5CD 6ABC
33	Docente que acompaña proceso de ciencias sociales en el curso de 7A.	Soc_7A
34	Docente que acompaña proceso de ciencias sociales en los cursos de 7B, 7C, 8A, 8B y 8C..	Soc_7BC8ABC
35	Docente que acompaña proceso de ciencias sociales en los cursos de 9A, 9B, 9C, 10A y 10B.	Soc_9ABC10AB
36	Docente que acompaña proceso de ciencias sociales en los cursos de 11A, 11B y 11C.	Soc_11ABC
37	Docente que acompaña proceso de ciencias naturales en los cursos de 3A, 3B y 3C.	Cien_3ABC
38	Docente que acompaña proceso de ciencias naturales en los cursos de 3D, 5A, 5B, 5C y 5D.	Cien_3D5ABCD
39	Docente que acompaña proceso de ciencias naturales en los cursos de 6A y 6B.	Cien_6AB
40	Docente que acompaña proceso de ciencias naturales en los cursos de 6C, 7A, 7B, 7C y 8A.	Cien_6C7ABC8A
41	Docente que acompaña proceso de ciencias naturales en los cursos de 8B, 8C, 9A, 9B y 9C.	Cien_8BC9ABC
42	Docente que acompaña proceso de ciencias naturales en los cursos de 10A, 10B, 11A, 11B y 11C.	Cien_10AB11ABC
43	Docente que acompaña proceso de ciencias naturales en los cursos de 9A, 9B y 9C.	Cien_9ABC
44	Docente que acompaña proceso de ciencias naturales en los cursos de 10A, 10B, 11A, 11B y 11C.	Cien_10AB11ABC

Nota: elaboración propia

8.1.4.3. Selección Final de Entradas (Input). Como el número de entradas, salidas y

DMUs a evaluar no cumplen con la desigualdad 1:

$$\text{Número de DMU's} \geq \text{Max}\{m * t, 3(m + t)\} \quad (3)$$

Se realiza matriz de correlación entre las entradas (Input), para revisar aquellas en las que se evidencia una correlación mayor de 0,5 y retirarlas del estudio. En la Ilustración 22 se muestran los datos de las entradas de cada una de las DMUs.

Ilustración 23

Datos de las entradas de las DMUs

DMU	N°	I	(D)A	(D)H	(D)F	(D)E	(D)F	(D)F	(D)F	(D)C	(D)F	(D)C	
Math_3ABC	D1	3	21	8	13	77	5	16	35	13	0	2	4
Math_3D4CD	D2	8	21	9	12	76	6	19	27	20	2	3	5
Math_4AB	D3	1	14	16	12	52	0	11	27	10	1	1	0
Math_5ABCD	D4	3	28	3	11	96	5	52	31	4	3	4	4
Math_6ABC	D5	4	24	5	13	68	19	26	14	4	15	1	17
Math_7ABC	D6	6	24	4	14	67	12	32	13	1	34	2	5
Math_8ABC	D7	3	24	4	14	81	24	39	8	1	36	3	15
Math_9ABC	D8	11	21	4	17	73	24	38	9	0	37	1	18
Math_10AB	D9	3,5	12	9	21	43	4	35	2	2	14	1	0
Math_11ABC	D10	3,4	18	14	10	63	20	37	6	0	29	1	8
Leng_3ABCD	D11	4	24	4	14	103	2	29	60	4	0	1	1
Leng_4ABCD	D12	6	24	4	14	102	5	45	38	6	1	1	0
Leng_5C5D	D13	3,5	12	19	11	45	1	35	7	1	1	1	0
Leng_5AB6AB	D14	1	25	11	6	97	11	50	30	0	9	1	10
Leng_6C7ABC	D15	4	24	7	11	89	20	41	16	1	50	3	13
Leng_8AB	D16	3,5	12	10	20	48	9	38	1	0	27	3	1
Leng_8C9ABC	D17	6,5	24	3	15	101	17	69	9	0	47	2	5
Leng_10AB11AB	D18	1	15	16	11	106	25	75	5	1	56	2	3
Leng_10AB11AB	D19	1	26	3	13	106	25	75	5	1	56	3	7
Ingl_3ABC	D20	1	24	8	10	77	2	11	28	28	0	3	2
Ingl_3D4AB	D21	5	24	9	9	78	0	10	22	42	1	3	0
Ingl_4CD5A	D22	4	24	10	8	75	1	23	34	13	1	1	0
Ingl_5BCD	D23	2	24	8	10	71	2	16	32	17	2	1	1
Ingl_6ABC	D24	5	24	4	14	68	2	34	20	8	15	3	5
Ingl_7ABC	D25	1,5	24	4	14	67	9	32	15	2	34	4	3
Ingl_8ABC	D26	2	23	3	16	81	1	45	25	1	36	1	0
Ingl_9ABC	D27	1	24	4	14	73	6	43	21	1	37	1	1
Ingl_10AB11A	D28	3	23	6	13	64	3	47	12	2	26	1	1
Ingl_11BC	D29	7	26	9	7	42	5	34	3	0	30	2	3
Soc_3ABCD	D30	2	12	19	11	100	0	28	54	13	0	1	0
Soc_4ABCD5A	D31	5	26	5	11	153	6	52	61	23	2	4	4
Soc_5CD 6ABC	D32	6	21	9	12	113	11	51	29	16	15	1	3
Soc_7A	D33	1	5	16	21	22	7	11	0	0	16	2	6
Soc_7BC8ABC	D34	1,5	25	4	13	126	31	72	9	0	54	4	11
Soc_9ABC10AE	D35	5	21	7	14	116	15	84	14	2	51	2	8
Soc_11ABC	D36	14	3	10	23	63	9	37	16	1	29	1	2
Cien_3ABC	D37	4	12	9	21	77	0	1	14	54	0	3	0
Cien_3D5ABCD	D38	1	25	8	9	122	0	40	36	42	3	4	0
Cien_6AB	D39	6	10	11	21	46	0	27	12	4	9	4	5
Cien_6C7ABC8	D40	2	25	6	11	116	15	55	28	3	52	2	7
Cien_8BC9ABC	D41	1	10	24	8	127	18	83	19	0	61	4	8
Cien_10AB11ABC	D42	22	24	13	5	106	8	77	17	3	56	2	10
Cien_9ABC	D43	3	6	14	22	69	11	51	9	0	37	2	3
Cien_10AB11ABC	D44	3	8	16	3	106	5	92	7	1	56	2	5

En La Ilustración 23 se muestra la matriz de correlación de las entradas.

Ilustración 24

Matriz de Correlación de Entradas (Inputs)

(I)Años_InstituciHoras_Catedoras_PlaneaHoras_Tutor(I)Estad_Carg(Recibe_DBaRecibe_Dbási)Recibe_DAlRecibe_DSupeCompro_pe(I)Formación(I)Comp_Área											
(I)Años_Instit											
(I)Horas_Cat	-0,02325963	1									
(I)Horas_Plai	-0,06605623	-0,73618252	1								
(I)Horas_Tut	0,1360095	-0,44977414	-0,18240706	1							
(I)Estad_Carg	-0,1292656	0,37763338	-0,13150012	-0,44879319	1						
(I)Recibe_De	-0,04907474	0,13926065	-0,14246467	-0,00059739	0,3071637	1					
(I)Recibe_Db	0,09823537	0,0471049	0,05579975	-0,30288872	0,62081538	0,52826873	1				
(I)Recibe_Df	-0,16616144	0,34601695	-0,12539864	-0,28094692	0,49057727	-0,42806774	-0,2015876				
(I)Recibe_Ds	-0,11515878	0,10260198	-0,02421277	-0,0762294	0,1628505	-0,46629169	-0,48429376	0,38530878	1		
(I)Compro_p	0,11574524	-0,0326691	0,00858263	-0,08047433	0,27861587	0,70842819	0,77383739	-0,54619599	-0,56531994	1	
(I)Formación	-0,16589092	0,1100457	-0,11042821	-0,0227034	0,29862753	0,1294285	0,13321836	-0,0408468	0,27738499	0,12376778	1
(I)Comp_Áre	0,12383366	0,19945387	-0,16258258	-0,10557432	0,16514262	0,75171403	0,29660882	-0,29606374	-0,37480446	0,47089783	0,12445374

De acuerdo con los anteriores resultados se realiza el siguiente análisis en la Tabla 11:

Tabla 11*Correlación entre las Entradas*

Entrada	Correlación	Descripción	Observaciones
Horas_Catedra	Horas_Planeación	El docente que cuenta con un mayor número de horas cátedra tiene un menor número de horas para planeación, evaluación y atención al cliente en el ciclo.	La cantidad de horas cátedra de un docente brinda información respecto a otras entradas como las horas de planeación y las horas de tutoría ya que entre mayor número de horas cátedra se entiende que el docente tiene menor número de horas de planeación y de tutoría disponibles en el ciclo. Las entradas Horas_Cátedra, Horas_Planeación y Horas_Tutoría se representarán en adelante en una sola: Horas_Cátedra
Recibe_Dbajo	Recibe_Dbásico Compr_Pers Compr_área	Los estudiantes que presentaron dificultades el año anterior en un área ingresan con un compromiso en el área y por lo general estos mismos estudiantes también ingresan con compromiso personal.	Los estudiantes que presentaron dificultades el año anterior son aquellos que alcanzaron desempeños bajos y básicos y son estos mismos quienes ingresan con compromiso en el área y/o personal. Las entradas Recibe_Dbajo, Recibe_Dbásico, Compr_área y Compr_pers se representarán en una sola entrada: Est_Bbasi, estudiantes que ingresan con dificultades en el área, ya sea por compromisos o desempeños bajos o básicos del año escolar anterior.

Entrada	Correlación	Descripción	Observaciones
Comp_Personal	Recibe_DAltp Recibe_DSup	Si el docente recibe, del año anterior, un gran número de estudiantes con compromiso personal (generalmente estudiantes con dificultades en el área), cuenta con un menor número de estudiantes con desempeños altos o superiores (estudiantes sin dificultades).	Las entradas Recibe_DAltp y Recibe_DSup se representarán en adelante mediante una sola entrada: Est_SinDificult
Est_Cargo	Recibe_Dbásico	A mayor número de estudiantes a cargo el docente recibe así mismo más estudiantes con desempeño básico en su área.	Las entradas definidas anteriormente como Est_SinDificult y Est_Bbasi dan cuenta del número total de estudiantes que tiene a cargo el docente, por lo que ya no se tendrá en cuenta esta entrada.
Años_Institución	Ninguna		
Formación	Ninguna		

Nota: elaboración propia

En la Tabla 12 se muestran las entradas y salidas seleccionadas

Tabla 12

Entradas y Salidas

Tipo de variable	N° Variable	Nombre de la Variable	Convención
I	I1	Años laborando en la institución	(I)Años_Institución
N	I2	Horas cátedra	(I)Horas_Catedra
P	I3	N° estudiantes que recibe con desempeño bajo o básico	(I)Recibe_Bbasi
U	I4	N° estudiantes que recibe con desempeño alto o superior	(I)Est_SinDificult
T	I5	Formación académica	(I)Formación
S	O1	N° de estudiantes que alcanzan desempeño bajo en el área	(O)Bajo_Área
O	O2	N° de estudiantes que alcanzan desempeño básico en el área	(O)Básico_Área
U	O3	N° de estudiantes que alcanzan desempeño alto en el área	(O)Alto_Área
T	O4	N° de estudiantes que alcanzan desempeño superior en el área	(O)Superior_Área
P	O5	N° de estudiantes que alcanzan desempeño bajo en pruebas externas	(O)Bajo_Externas
U	O6	N° de estudiantes que alcanzan desempeño básico en pruebas externas	(O)Básico_Externas
T	O7	N° de estudiantes que alcanzan desempeño alto en pruebas externas	(O)Alto_Externas
	O8	N° de estudiantes que alcanzan desempeño superior en pruebas externas	(O)Superior_Externas

A continuación, en la Ilustración 24, se relacionan los datos tanto de las salidas como de las entradas de cada una de las DMUs.

Ilustración 25

Datos DMUs

DMU	(I)Años In	(I)Horas	(I)Recibe	(I)Est. Sin	(I)Formac	(O)Bajo A	(O)Básico	(O)Alto A	(O)Superi	(O)Bajo E	(O)Básico	(O)Alto E	(O)Superio
Math_3ABC	3	21	21	48	2	6	23	33	15	2	19	36	19
Math_3D4CD	8	21	25	47	3	6	51	19	1	3	19	40	14
Math_4AB	1	14	11	37	1	5	31	15	1	2	22	22	7
Math_5ABCD	3	28	21	27	4	10	32	12	5	2	16	21	28
Math_6ABC	4	24	45	18	1	16	36	15	1	2	18	30	21
Math_7ABC	6	24	44	14	2	16	39	12	1	1	33	29	8
Math_8ABC	3	24	38	29	3	12	33	15	6	1	18	19	29
Math_9ABC	11	21	62	9	1	1	55	12	5	1	2	11	56
Math_10AB	9,5	12	39	4	1	13	28	1	1	1	13	26	1
Math_11ABC	3,4	18	57	6	1	5	51	6	1	1	1	5	58
Leng_3ABCD	4	24	31	64	1	6	35	49	13	4	37	52	10
Leng_4ABCD	6	24	50	44	1	4	59	36	3	3	34	31	34
Leng_5C5D	3,5	12	36	8	1	13	27	5	1	1	17	17	12
Leng_5AB6AB	1	25	61	30	1	10	65	22	1	2	25	39	34
Leng_6C7ABC	4	24	39	27	3	14	29	12	2	1	16	15	24
Leng_8AB	9,5	12	47	1	3	9	38	1	1	6	11	25	9
Leng_8C9ABC	6,5	24	86	9	2	3	76	21	1	5	24	31	34
Leng_10AB11ABC	1	15	100	6	2	4	76	26	1	1	1	13	50
Leng_10AB11ABC	1	26	100	6	3	4	76	26	1	1	1	13	50
Ingl_3ABC	1	24	13	56	3	10	26	23	18	3	20	28	25
Ingl_3D4AB	5	24	10	64	3	1	24	28	25	1	13	30	36
Ingl_4CD5A	4	24	24	47	1	10	47	14	4	3	12	17	42
Ingl_5BCD	2	24	18	49	1	3	35	24	9	2	5	19	46
Ingl_6ABC	5	24	36	28	3	11	34	16	7	1	18	20	32
Ingl_7ABC	1,5	24	24	25	4	12	40	13	9	1	8	21	26
Ingl_8ABC	2	23	46	26	1	23	49	9	1	10	11	26	29
Ingl_9ABC	0,5	24	49	22	1	1	54	17	2	4	14	30	21
Ingl_10AB11A	9	23	50	14	1	1	24	30	10	2	19	19	24
Ingl_11BC	7	26	37	29	2	10	33	17	6	1	20	17	30
Soc_3ABCD	2	12	28	67	1	4	56	38	2	9	35	36	23
Soc_4ABCD5AB	5	26	25	22	4	12	28	15	8	2	16	21	30
Soc_5CD 6ABC	6	21	62	45	1	15	58	32	8	8	51	28	31
Soc_7A	1	5	18	1	2	9	10	3	1	4	8	10	2
Soc_7BC8ABC	1,5	25	103	9	4	32	85	9	1	28	43	29	23
Soc_9ABC10AB	5	21	99	16	2	6	99	11	1	6	30	58	18
Soc_11ABC	13,6	9	46	17	1	9	37	16	1	1	1	30	33
Cien_3ABC	4	12	27	14	3	2	27	10	3	1	11	21	16
Cien_3D5ABCD	1	25	40	78	4	3	52	56	11	1	17	42	66
Cien_6AB	6	10	27	16	4	3	29	11	3	2	13	19	14
Cien_6C7ABC8A	2	25	70	31	2	10	70	32	4	1	30	58	33
Cien_8BC9ABC	1	10	101	19	4	14	140	37	9	15	25	35	43
Cien_10AB11ABC	22	24	85	20	2	1	73	28	5	15	55	93	76
Cien_9ABC	3	6	62	9	2	3	60	4	1	3	12	22	32
Cien_10AB11ABC	3	8	25	14	2	2	27	9	2	4	12	17	16

Siendo ahora $m = 5$, $t = 8$ y el número de D se muestra que la desigualdad 3 se cumple:

$$\begin{aligned} \text{Número de DMU's} &\geq \text{Max}\{m * t, 3(m + t)\} \\ 44 &\geq \text{Max}\{5 * 3, 3(3 + 5)\} \end{aligned} \quad (1)$$

Teniendo en cuenta que los modelos DEA que se van a usar para medir la eficiencia de los docentes del CBJML están orientados hacia las salidas, el modelo se encargará de aumentar el número de salidas lo cual no tendría sentido específicamente para las salidas Bajo_área (O1) y Bajo_externas (O5), ya que la meta para cada docente es que no haya estudiantes con desempeños bajos o tener el menor número de estudiantes con estos desempeños. Por lo anterior a estas salidas se les realiza una transformación donde a cada una se le halla su recíproco ($1/O1$ y $1/O5$) y de esta manera el modelo al buscar ampliar o aumentar el número de salidas el denominador debe disminuir lo que traduce una reducción de estudiantes con desempeños bajos.

Al realizar la transformación (recíproco) de las salidas Bajo_área y Bajo_externas los datos que se usarán son los que se muestran en la Ilustración 25.

Ilustración 26

Datos DMUs Transformados

DMU	(I)Años	(I)Horas	(I)Recibe	(I)Est. Sin	(I)Forma	(O)Bajo Área	(O)Básic	(O)Alto	(O)Super	(O)Bajo Exter	(O)Básic	(O)Alto	(O)Super
Math_3ABC	3	21	21	48	2	0.166666667	23	33	15	0.5	19	36	19
Maht_3D4CD	8	21	25	47	3	0.166666667	51	19	1	0.333333333	19	40	14
Math_4AB	1	14	11	37	1	0.2	31	15	1	0.5	22	22	7
Math_5ABCD	3	28	21	27	4	0.1	32	12	5	0.5	16	21	28
Math_6ABC	4	24	45	18	1	0.0625	36	15	1	0.5	18	30	21
Math_7ABC	6	24	44	14	2	0.0625	39	12	1	1	33	29	8
Math_8ABC	3	24	38	29	3	0.083333333	33	15	6	1	18	19	29
Math_9ABC	11	21	62	9	1	1	55	12	5	1	2	11	56
Math_10AB	9.5	12	39	4	1	0.076923077	28	1	1	1	13	26	1
Math_11ABC	3.4	18	57	6	1	0.2	51	6	1	1	1	5	58
Leng_3ABCD	4	24	31	64	1	0.166666667	35	49	13	0.25	37	52	10
Leng_4ABCD	6	24	50	44	1	0.25	59	36	3	0.333333333	34	31	34
Leng_5C5D	3.5	12	36	8	1	0.076923077	27	5	1	1	17	17	12
Leng_5AB6AB	1	25	61	30	1	0.1	65	22	1	0.5	25	39	34
Leng_6C7ABC	4	24	39	27	3	0.071428571	29	12	2	1	16	15	24
Leng_8AB	9.5	12	47	1	3	0.111111111	38	1	1	0.166666667	11	25	9
Leng_8C9ABC	6.5	24	86	9	2	0.333333333	76	21	1	0.2	24	31	34
Leng_10AB11ABC	1	15	100	6	2	0.25	76	26	1	1	1	13	50
Leng_10AB11ABC	1	26	100	6	3	0.25	76	26	1	1	1	13	50
Ingl_3ABC	1	24	13	56	3	0.1	26	23	18	0.333333333	20	28	25
Ingl_3D4AB	5	24	10	64	3	1	24	28	25	1	13	30	36
Ingl_4CD5A	4	24	24	47	1	0.1	47	14	4	0.333333333	12	17	42
Ingl_5BCD	2	24	18	49	1	0.333333333	35	24	9	0.5	5	19	46
Ingl_6ABC	5	24	36	28	3	0.090909091	34	16	7	1	18	20	32
Ingl_7ABC	1.5	24	24	25	4	0.083333333	40	13	9	1	8	21	26
Ingl_8ABC	2	23	46	26	1	0.043478261	49	9	1	0.1	11	26	29
Ingl_9ABC	0.5	24	49	22	1	1	54	17	2	0.25	14	30	21
Ingl_10AB11A	9	23	50	14	1	1	24	30	10	0.5	19	19	24
Ingl_11BC	7	26	37	29	2	0.1	33	17	6	1	20	17	30
Soc_3ABCD	2	12	28	67	1	0.25	56	38	2	0.111111111	35	36	23
Soc_4ABCD5AB	5	26	25	22	4	0.083333333	28	15	8	0.5	16	21	30
Soc_5CD 6ABC	6	21	62	45	1	0.066666667	58	32	8	0.125	51	28	31
Soc_7A	1	5	18	1	2	0.111111111	10	3	1	0.25	8	10	2
Soc_7BC8ABC	1.5	25	103	9	4	0.03125	85	9	1	0.035714286	43	29	23
Soc_9ABC10AB	5	21	99	16	2	0.166666667	99	11	1	0.166666667	30	58	18
Soc_11ABC	13.6	9	46	17	1	0.111111111	37	16	1	1	1	30	33
Cien_3ABC	4	12	27	14	3	0.5	27	10	3	1	11	21	16
Cien_3D5ABCD	1	25	40	78	4	0.333333333	52	56	11	1	17	42	66
Cien_6AB	6	10	27	16	4	0.333333333	29	11	3	0.5	13	19	14
Cien_6C7ABC8A	2	25	70	31	2	0.1	70	32	4	1	30	58	33
Cien_8BC9ABC	1	10	101	19	4	0.071428571	140	37	9	0.066666667	25	35	43
Cien_10AB11ABC	22	24	85	20	2	1	73	28	5	0.066666667	55	93	76
Cien_9ABC	3	6	62	9	2	0.333333333	60	4	1	0.333333333	12	22	32
Cien_10AB11ABC	3	8	25	14	2	0.5	27	9	2	0.25	12	17	16

8.1.4.4 Selección del Modelo de Evaluación para Medir la Eficiencia del Indicador Cuatro.

8.1.4.4.1 Modelo CCR¹. Es un modelo que considera rendimientos constantes a escala, es decir, las entradas y las salidas se comportan como variables directamente proporcionales. Esto implica que un crecimiento porcentual de las entradas genera así mismo un crecimiento proporcional en las salidas o productos. Por lo anterior su frontera eficiente es lineal y su pendiente no cambia.

8.1.4.4.2 Modelo BCC². Es una extensión del modelo CCR. El modelo BBC, relaja el supuesto de la relación directamente proporcional entre insumos y salidas, lo cual se ajusta mejor a la realidad.

Los resultados de eficiencia de BCC siempre resultan mayores o iguales que la eficiencia obtenida por el modelo CCR, debido a que la referencia de la frontera BCC es mayor o igual que la distancia de referencia a la frontera del modelo CCR y teniendo en cuenta que para que una DMU particular sea realmente eficiente es necesario que en los modelos CCR y BCC sea calificada como tal, es decir, que se encuentre en la frontera eficiente. (Muñoz & Suárez Baquero , 2011).

Teniendo en cuenta lo anterior, para medir la eficiencia de los 44 docentes haciendo de las variables con las cuales se construyó el indicador cuatro se usarán los modelos CCR-O y BCC-O, orientados a las salidas ya que son estas variables las que están bajo control para el docente

¹ CCR: técnica de análisis envolvente de datos, denominada CCR en honor a sus creadores: Charnes, Cooper y Rhodes (1978).

² BCC: técnica de análisis envolvente de datos, denominada BCC en honor a sus creadores: Banker, Charnes y Cooper (1984).

pues es él quien acompaña el proceso de enseñanza-aprendizaje en todo el año escolar para lograr que sus estudiantes desarrollen satisfactoriamente sus competencias y alcancen buenos resultados o desempeños tanto en las pruebas de clase como en las pruebas externas que los estudiantes presentan.

8.1.4.5 Resultados.

8.1.4.5.1 Resultados y Análisis Pantalla Score – Modelo CCR-O. En la Ilustración 25 se muestran los resultados obtenidos en el software DEA Solver, usando el modelo CCR orientado a las salidas.

Ilustración 27

Resultados Score Modelo CCR-0

[illegible]

- La columna No. Asigna el orden en que están ubicadas las DMUs
- La columna DMU ubica el nombre asignado a cada DMU
- La columna Score muestra las DMUs (docentes) que están ubicadas en la frontera de eficiencia ya que su score de eficiencia es igual a uno, siendo estas: Math_3ABC, Maht_3D4CD, Math_4AB, Math_5ABCD, Math_7ABC, Math_9ABC, Math_10AB, Math_11ABC, Leng_3ABCD, Leng_4ABCD, Leng_5C5D, Leng_5AB6AB, Leng_8AB, Leng_8C9ABC, Leng_10AB11ABC, Leng_10AB11ABC, Ingl_3ABC, Ingl_3D4AB, Ingl_4CD5A, Ingl_5BCD, Ingl_7ABC, Ingl_9ABC, Ingl_10AB11A, Ingl_11BC, Soc_3ABCD, Soc_4ABCD5AB, Soc_5CD 6ABC, Soc_7A, Soc_7BC8ABC, Soc_9ABC10AB, Soc_11ABC, Cien_3ABC, Cien_3D5ABCD, Cien_6C7ABC8A, Cien_8BC9ABC, Cien_10AB11ABC, Cien_9ABC, Cien_10AB11ABC y estas representan el 86,36%. Las DMUs (los profesores de esas asignaturas) que no están en la frontera de eficiencia son: Math_6ABC, Math_8ABC, Leng_6C7ABC, Ingl_6ABC, Ingl_8ABC, Cien_6AB.
- La columna reference visualizamos que la DMU Math_4AB fue usada como referencia cuatro veces, Math_10AB fue usada como referencia dos veces, Math_11ABC fue usada como referencia dos veces. Luego estas DMUs sirven de referencia para las proyecciones de otras DMUs.

8.1.4.5.2 Resultados y Análisis Pantalla Rank y Slacks – Modelo CCR-O. En la Ilustración 26 y 27 se muestran los resultados obtenidos en el software DEA Solver, usando el modelo CCR orientado a las salidas.

Ilustración 28

Resultados Rank Modelo CCR-O

Model = CCR-O		Workbook Name	
No.	DMU	Score	Rank
1	Math_3ABC	1	1
2	Math_3D4CD	1	1
3	Math_4AB	1	1
4	Math_5ABCD	1	1
6	Math_7ABC	1	1
8	Math_9ABC	1	1
9	Math_10AB	1	1
10	Math_11ABC	1	1
11	Leng_3ABC	1	1
12	Leng_4ABC	1	1
13	Leng_5C5D	1	1
14	Leng_5AB6A	1	1
16	Leng_8AB	1	1
17	Leng_8C9AB	1	1
18	Leng_10AB1	1	1
19	Leng_10AB1	1	1
20	Ingl_3ABC	1	1
21	Ingl_3D4AB	1	1
22	Ingl_4CD5A	1	1
23	Ingl_5BCD	1	1
25	Ingl_7ABC	1	1
27	Ingl_9ABC	1	1
28	Ingl_10AB11	1	1
29	Ingl_11BC	1	1
30	Soc_3ABCD	1	1
31	Soc_4ABCD	1	1
32	Soc_5CD 6A	1	1
33	Soc_7A	1	1
34	Soc_7BC8A	1	1
35	Soc_9ABC1	1	1
36	Soc_11ABC	1	1
37	Cien_3ABC	1	1
38	Cien_3D5AB	1	1
40	Cien_6C7AB	1	1
41	Cien_8BC9A	1	1
42	Cien_10AB1	1	1
43	Cien_9ABC	1	1
44	Cien_10AB1	1	1
24	Ingl_6ABC	0,9957	39
7	Math_8ABC	0,968	40
39	Cien_6AB	0,9346	41
5	Math_6ABC	0,9198	42
26	Ingl_8ABC	0,915	43
15	Leng_6C7AB	0,8398	44

- La columna No. Asigna el orden en que están ubicadas las DMUs
- La columna DMU ubica el nombre asignado a cada DMU
- La columna Score indica la eficiencia de cada DMU, para verificar que el Score igual a uno corresponde a una DMU CCR-eficiente, se muestra en la Ilustración 8 que estas DMUs no representan holguras.
- La columna Rank hace referencia a la posición en la que se encuentra ubicada cada DMU.

Ilustración 29

Resultados Slacks Modelo CCR-O

Model = CCR-O			Workbook Name = D:\Escritorio\Ivoren\CCR-ODATOSFINAL.xlsx																									
No.	DMU	Score	Rank	Años_Instit	Slack	Horas_Cate	Slack	Recibe_Bba	Est_SinDific	Formación	Slack	Bajo_Area	Slack	Básico_Area	Alto_Area	Slack	Superior_Ar	Slack	Bajo_Ext	Slack	Básico_Ext	Alto_Ext	Slack	Superior_Ext				
1	Math_3ABC	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
2	Math_3D4C	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
3	Math_4AB	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
4	Math_5ABC	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
5	Math_6ABC	0.9198	42	0	7.332	0	0	0	0	0	0.106	3.003	0	1.046	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
6	Math_7ABC	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
7	Math_8ABC	0.968	40	0	0	0	0	0	0	0.067	0.056	13.541	0	0	0	0	0	0	0	0	4.301	0	0	0				
8	Math_9ABC	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
9	Math_10AB	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
10	Math_11AB	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
11	Leng_3ABC	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
12	Leng_4ABC	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
13	Leng_5CD	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
14	Leng_5AB6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
15	Leng_6C7A	0.8398	44	0	0	0	0	0	0	0	0.121	10.254	0	4.328	0	0	0	0	0	0	9.222	0	0	0				
16	Leng_8AB	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
17	Leng_8C9A	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
18	Leng_10AB	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
19	Leng_10AB	1	1	0	11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
20	Ingl_3ABC	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
21	Ingl_3D4AB	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
20	Ingl_3ABC	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
21	Ingl_3D4AB	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
22	Ingl_4CD5A	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
23	Ingl_5BCD	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
24	Ingl_6ABC	0.9957	39	0	0.08	0	0	0	0	0	0.186	1.98	0	1.82	0	0	0	0	0	0	4.417	0	0	0				
25	Ingl_7ABC	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
26	Ingl_8ABC	0.915	43	0	3.702	0	0	0	0	0	0.064	0	7.336	0.83	0.254	6.224	0	0	0	0	0	0	0	0				
27	Ingl_9ABC	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
28	Ingl_10AB	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
29	Ingl_11BC	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
30	Soc_3ABC	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
31	Soc_4ABC	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
32	Soc_5CD 6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
33	Soc_7A	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
34	Soc_7BC8A	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
35	Soc_9ABC	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
36	Soc_11ABC	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
37	Cien_3ABC	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
38	Cien_3D5A	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
39	Cien_6AB	0.9346	41	2.158	0	0	0	0	2.071	0	0	0.394	0	0	0	0	0	0	0	0	2.041	3.075	0	0				
40	Cien_6C7A	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
41	Cien_8BC9	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
42	Cien_10AB	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
43	Cien_9ABC	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
44	Cien_10AB	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
		Score	Rank	Años_Instit		Horas_Cate		Recibe_Bba		Est_SinDific		Formación		Bajo_Area		Básico_Area		Alto_Area		Superior_Ar		Bajo_Ext		Básico_Ext		Alto_Ext		Superior_Ext
Average		0.9903	6.5227	0.049		0.5026		0		0		0.0713		0.0121		0.654		0.1757		0.1824		0.0058		0.1415		0.4541		0.0699
Max		1	44	2.158		11		0		0		2.071		0.186		13.541		7.336		4.328		0.254		6.224		9.222		3.075
Min		0.8398	1	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0
St Dev		0.0307	14.0737	0.3253		2.0309		0		0		0.3434		0.0377		2.5637		1.1062		0.7212		0.0383		0.9383		1.6576		0.4636

Las últimas ocho columnas muestran la cantidad faltante de la respectiva variable de salida en cada DMU, se evidencia que en las DMUs eficientes tienen valores iguales a cero, mientras que para las DMUs Math_6ABC, Math_8ABC, Leng_6C7ABC, Ingl_6ABC, Ingl_8ABC, Cien_6AB muestra la cantidad faltante en cada variable de salida para alcanzar la eficiencia.

8.1.4.5.3 Resultados y Análisis Tablero de Mando – Modelo CCR-O. En la Ilustración 28 se muestran los resultados de los cuadros de mando de las DMUs que no se encuentran en la frontera eficiente. Cabe resaltar que dada la transformación hecha para las salidas Bajo_área y Bajo_externas (O1 y O5), ha sido necesario realizar la misma transformación (recíproco) a los resultados arrojados para estas salidas, en las que se evidencia en la proyección, como se muestra en los cuadros de mando, una disminución.

Ilustración 30

Cuadro de Mando Modelo CCR-O

TABLERO DE MANDO MODELO CCR-O							TABLERO DE MANDO MODELO CCR-O						
DMU	N°	I/O	1/Score	Projection	Diference	%	DMU	N°	I/O	1/Score	Projection	Diference	%
Math_6ABC	5		1,0872				Math_8ABC	7		1,0331			
Años_Institución		I1	4	4	0	0	Años_Institución		I1	3	3	0	0
Horas_Catedra		I2	24	16,668165	-7,331835	-30,54931	Horas_Catedra		I2	24	24	0	0
Recibe_Bbasico		I3	45	45	0	0	Recibe_Bbasico		I3	38	38	0	0
Est_SinDificult		I4	18	18	0	0	Est_SinDificult		I4	29	29	0	0
Formación		I5	1	1	0	0	Formación		I5	3	2,9330204	-0,06698	-2,233
Bajo_Área		O1	16	5,7331428	-10,26686	-64,16786	Bajo_Área		O1	12	7,0228221	-4,977178	-41,47648
Básico_Área		O2	36	42,143665	6,143665	17,065736	Básico_Área		O2	33	47,631766	14,631766	44,339
Alto_Área		O3	15	16,308505	1,3085046	8,7233637	Alto_Área		O3	15	15,495628	0,4956283	3,304
Superior_Área		O4	1	2,1337111	1,1337111	113,37111	Superior_Área		O4	6	6,1982513	0,1982513	3,304
Bajo_Externas		O5	2	1,839531	-0,160469	-8,023449	Bajo_Externas		O5	1	0,968015	-0,031985	-3,198504
Básico_Externas		O6	18	19,570205	1,5702055	8,7233637	Básico_Externas		O6	18	18,594754	0,5947539	3,304
Alto_Externas		O7	30	32,617009	2,6170091	8,7233637	Alto_Externas		O7	19	23,928975	4,9289749	25,942
Superior_Externas		O8	21	22,831906	1,8319064	8,7233637	Superior_Externas		O8	29	29,958215	0,9582147	3,304
TABLERO DE MANDO MODELO CCR-O							TABLERO DE MANDO MODELO CCR-O						
DMU	N°	I/O	1/Score	Projection	Diference	%	DMU	N°	I/O	1/Score	Projection	Diference	%
Leng_6C7ABC	15		1,1908				Ingl_6ABC	24		1,0043			
Años_Institución		I1	4	4	0	0	Años_Institución		I1	5	5	0	0
Horas_Catedra		I2	24	24	0	0	Horas_Catedra		I2	24	23,919644	-0,080356	-0,334817
Recibe_Bbasico		I3	39	39	0	0	Recibe_Bbasico		I3	36	36	0	0
Est_SinDificult		I4	27	27	0	0	Est_SinDificult		I4	28	28	0	0
Formación		I5	3	3	0	0	Formación		I5	3	3	0	0
Bajo_Área		O1	14	4,8460107	-9,153989	-65,38564	Bajo_Área		O1	11	3,603296	-7,396704	-67,24276
Básico_Área		O2	29	44,785507	15,785507	54,432783	Básico_Área		O2	34	36,125644	2,1256435	6,2518927
Alto_Área		O3	12	14,288877	2,2888775	19,073979	Alto_Área		O3	16	16,068369	0,0683689	0,4273054
Superior_Área		O4	2	6,7096295	4,7096295	235,48147	Superior_Área		O4	7	8,849858	1,849858	26,426543
Bajo_Externas		O5	1	0,839814	-0,160186	-16,0186	Bajo_Externas		O5	1	0,9957451	-0,004255	-0,425487
Básico_Externas		O6	16	19,051837	3,0518366	19,073979	Básico_Externas		O6	18	18,076915	0,076915	0,4273054
TABLERO DE MANDO MODELO CCR-O							TABLERO DE MANDO MODELO CCR-O						
DMU	N°	I/O	1/Score	Projection	Diference	%	DMU	N°	I/O	1/Score	Projection	Diference	%
Ingl_8ABC	26		1,0929				Cien_6AB	39		1,07			
Años_Institución		I1	2	2	0	0	Años_Institución		I1	6	3,841868	-2,158132	-35,96887
Horas_Catedra		I2	23	19,298262	-3,701738	-16,09451	Horas_Catedra		I2	10	10	0	0
Recibe_Bbasico		I3	46	46	0	0	Recibe_Bbasico		I3	27	27	0	0
Est_SinDificult		I4	26	26	0	0	Est_SinDificult		I4	16	16	0	0
Formación		I5	1	1	0	0	Formación		I5	4	1,9285683	-2,071432	-51,78579
Bajo_Área		O1	23	8,9284359	-14,07156	-61,18071	Bajo_Área		O1	3	2,8036589	-0,196341	-5,544702
Básico_Área		O2	49	53,553436	4,5534358	9,2927261	Básico_Área		O2	29	31,030879	2,0308785	7,0030294
Alto_Área		O3	9	17,172683	8,172683	90,807589	Alto_Área		O3	11	12,164704	1,1647037	10,588215
Superior_Área		O4	1	1,9224978	0,9224978	92,249782	Superior_Área		O4	3	3,2100909	0,2100909	7,0030294
Bajo_Externas		O5	10	2,7547458	-7,245254	-72,45254	Bajo_Externas		O5	2	1,869106	-0,130894	-6,544702
Básico_Externas		O6	11	18,245976	7,2459755	65,872505	Básico_Externas		O6	13	13,910394	0,9103938	7,0030294
Alto_Externas		O7	26	28,416109	2,4161088	9,2927261	Alto_Externas		O7	19	22,371336	3,3713359	17,743873
Superior_Externas		O8	29	31,694891	2,6948906	9,2927261	Superior_Externas		O8	14	18,055058	4,0550577	28,964698

La columna No. Hace referencia al número que tiene la DMU en la posición original

- La columna I/O, hace referencia a las variables de entrada y salida.
- La columna 1/score hace referencia a los datos obtenidos, los que facilitó la institución.

- La columna Projection muestra el valor que debería tener cada variable para que la DMU se pueda proyectar a la frontera de eficiencia
- La columna Difference muestra la diferencia que existe entre la proyección y $1/\text{score}$
- La columna % muestra en términos porcentuales el incremento que cada variable debe tener.

Como ejemplo, se observa que la DMU 5 (Math_6ABC), en la variable de salida O1 (Bajo_Área) debe disminuir el número de estudiantes con desempeños bajos en el área de 16 a aproximadamente 6 y de acuerdo con los resultados de la variable O2 (Básico_Área) debe aumentar el número de estudiantes que alcanzan el desempeño básico en el área de 36 a 42 para ubicarse en la frontera de la eficiencia en el modelo CCR-O.

DMU 7 (Math_8ABC), en la variable de salida O2 (Básico_área), para ubicarse en la frontera de eficiencia de acuerdo con el modelo CCR-O debe pasar de 33 estudiantes con desempeño básico en el área a 47,63 estudiantes (48 estudiantes aproximadamente) con este desempeño.

La DMU 15 (Leng_6C7ABC), en la variable de salida O6 (Básico_Externas), para ubicarse en la frontera de eficiencia según de acuerdo con el modelo CCR-O debe pasar de 16 estudiantes con desempeño básico en las pruebas externas a 19,0 estudiantes (20 estudiantes aproximadamente) con estos mismos resultados.

La DMU 24 (Ingl_6ABC), en la variable de salida O7 (Alto_Externas), para ubicarse en la frontera de eficiencia según el modelo CCR-O debe pasar de 20 estudiantes con desempeños altos en las pruebas externas a 24,5 (25 aproximadamente) con los mismos resultados en dichas pruebas.

La DMU 26 (Ingl_8ABC), en la variable de salida O5 (Bajo_Externas), para ubicarse en la frontera de eficiencia de acuerdo con el modelo CCR-O debe pasar de 10 estudiantes con desempeño bajo en las pruebas externas a 2,75 estudiantes (3 estudiantes aproximadamente) con estos mismos resultados.

La DMU 39 (Cien_6AB), en la variable de salida O8 (Superior_Externas), para ubicarse en la frontera de eficiencia, según el modelo CCR-O debe pasar de 14 estudiantes con desempeño superior en las pruebas externas a 18,05 estudiantes (18 estudiantes aproximadamente) con estos resultados.

8.1.4.5.4 Resultados y Análisis Pantalla Score – Modelo BCC-O. En la Ilustración 30 se muestran los resultados obtenidos en el software DEA Solver, usando el modelo BCC orientado a las salidas.

Ilustración 31

Resultados Score Modelo BCC-O

Model = BCC-O		Workbook Name = D:\Escritorio\lorena\BCC-ODATOSFINAL.xlsx									
No.	DMU	Score	Rank	Reference(Lambda)							
1	Math_3ABC1	1	1	Math_3ABC1							
2	Maht_3D4C1	1	1	Maht_3D4C1							
3	Math_4AB1	1	1	Math_4AB1							
4	Math_5ABC1	1	1	Math_5ABC1							
5	Math_6ABC1	1	1	Math_6ABC1							
6	Math_7ABC1	1	1	Math_7ABC1							
7	Math_8ABC1	1	1	Math_8ABC0,998							
8	Math_9ABC1	1	1	Math_9ABC1							
9	Math_10AB1	1	1	Math_10AB1							
10	Math_11AB1	1	1	Math_11AB1							
11	Leng_3ABC1	1	1	Leng_3ABC1							
12	Leng_4ABC1	1	1	Leng_4ABC1							
13	Leng_5C5D1	1	1	Leng_5C5D1							
14	Leng_5AB61	1	1	Leng_5AB61							
15	Leng_6C7A1	1	1	Math_7ABC0,245	Leng_10AB 0,058	Ingl_7ABC 0,438	Ingl_11BC 0,259				
16	Leng_8AB1	1	1	Leng_8AB1							
17	Leng_8C9A1	1	1	Leng_8C9A1							
18	Leng_10AB1	1	1	Leng_10AB1							
19	Leng_10AB1	1	1	Leng_10AB1							
20	Ingl_3ABC1	1	1	Ingl_3ABC1							
21	Ingl_3D4AB1	1	1	Ingl_3D4AB1							
22	Ingl_4CD5A1	1	1	Ingl_4CD5A1							
23	Ingl_5BCD1	1	1	Ingl_5BCD1							
24	Ingl_6ABC1	1	1	Ingl_6ABC1							
25	Ingl_7ABC1	1	1	Ingl_7ABC1							
26	Ingl_8ABC	0,9512	44	Math_4AB 0,208	Math_11AB 0,165	Leng_5AB6 0,381	Ingl_5BCD 0,027	Ingl_9ABC 0,166	Soc_11ABC 0,052		
27	Ingl_9ABC	1	1	Ingl_9ABC1							
28	Ingl_10AB1	1	1	Ingl_10AB1							
29	Ingl_11BC1	1	1	Ingl_11BC1							
30	Soc_3ABC1	1	1	Soc_3ABC1							
31	Soc_4ABC1	1	1	Soc_4ABC1							
32	Soc_5CD61	1	1	Soc_5CD61							
33	Soc_7A1	1	1	Soc_7A1							
34	Soc_7BC8A1	1	1	Soc_7BC8A1							
35	Soc_9ABC1	1	1	Soc_9ABC1							
36	Soc_11ABC1	1	1	Soc_11ABC1							
37	Cien_3ABC1	1	1	Cien_3ABC1							
38	Cien_3D5A1	1	1	Cien_3D5A1							
39	Cien_6AB	0,9618	43	Math_4AB 0,095	Ingl_3D4AB 0,032	Soc_3ABC 0,026	Soc_7A 0,275	Cien_3ABC 0,317	Cien_3D5A1 0,001		
40	Cien_6C7A1	1	1	Cien_6C7A1							
41	Cien_8BC91	1	1	Cien_8BC91							
42	Cien_10AB1	1	1	Cien_10AB1							
43	Cien_9ABC1	1	1	Cien_9ABC1							
44	Cien_10AB1	1	1	Cien_10AB1							
Average		0,998									
Max		1									
Min		0,9512									
St Dev		0,0092									

- La columna No. asigna el orden en que están ubicadas las DMUs
- La columna DMU ubica el nombre asignado a cada DMU

- La columna Score muestra las DMUs que están en la frontera de eficiencia es decir, aquellas que tienen Score igual a uno, las cuales son: Math_3ABC, Maht_3D4CD, Math_4AB, Math_5ABCD, Math_6ABC, Math_7ABC, Math_8ABC, Math_9ABC, Math_10AB, Math_11ABC, Leng_3ABCD, Leng_4ABCD, Leng_5C5D, Leng_5AB6AB, Leng_6C7ABC, Leng_8AB, Leng_8C9ABC, Leng_10AB11ABC, Leng_10AB11ABC, Ingl_3ABC, Ingl_3D4AB, Ingl_4CD5A, Ingl_5BCD, Ingl_6ABC, Ingl_7ABC, Ingl_9ABC, Ingl_10AB11A, Ingl_11BC, Soc_3ABCD, Soc_4ABCD5AB, Soc_5CD 6ABC, Soc_7A, Soc_7BC8ABC, Soc_9ABC10AB, Soc_11ABC, Cien_3ABC, Cien_3D5ABCD, Cien_6C7ABC8A, Cien_8BC9ABC, Cien_10AB11ABC, Cien_9ABC, Cien_10AB11ABC, lo que representa el 95,45%. Las DMUs que no están en la frontera de eficiencia son: Ingl_8ABC, Cien_6AB.
- La columna reference se visualiza que la DMU Math_4AB fue usada como referencia dos veces, Math_7ABC fue usada como referencia una vez, estas DMUs sirven de referencia para las proyecciones de otras DMUs.

8.1.4.5.5 Resultados y Análisis Pantalla Rank y Slacks – Modelo BCC-O. En la Ilustración 31 se muestran los resultados obtenidos en el software DEA Solver, usando el modelo BCC orientado a las salidas.

Ilustración 32

Resultados Rank Modelo BCC-O

Model = BCC-O		Workbook Name = D:\Escritorio\lorena\BCC-ODATOSFINAL.xlsx	
No.	DMU	Score	Rank
1	Math_3ABC	1	1
2	Maht_3D4C	1	1
3	Math_4AB	1	1
4	Math_5ABC	1	1
5	Math_6ABC	1	1
6	Math_7ABC	1	1
7	Math_8ABC	1	1
8	Math_9ABC	1	1
9	Math_10AB	1	1
10	Math_11AB	1	1
11	Leng_3ABC	1	1
12	Leng_4ABC	1	1
13	Leng_5C5D	1	1
14	Leng_5AB6	1	1
15	Leng_6C7A	1	1
16	Leng_8AB	1	1
17	Leng_8C9A	1	1
18	Leng_10AB	1	1
19	Leng_10AB	1	1
20	Ingl_3ABC	1	1
21	Ingl_3D4AB	1	1
22	Ingl_4CD5A	1	1
23	Ingl_5BCD	1	1
24	Ingl_6ABC	1	1
25	Ingl_7ABC	1	1
27	Ingl_9ABC	1	1
28	Ingl_10AB1	1	1
29	Ingl_11BC	1	1
30	Soc_3ABC	1	1
31	Soc_4ABC	1	1
32	Soc_5CD 6A	1	1
33	Soc_7A	1	1
34	Soc_7BC8A	1	1
35	Soc_9ABC	1	1
36	Soc_11ABC	1	1
37	Cien_3ABC	1	1
38	Cien_3D5A	1	1
40	Cien_6C7A	1	1
41	Cien_8BC9A	1	1
42	Cien_10AB	1	1
43	Cien_9ABC	1	1
44	Cien_10AB	1	1
39	Cien_6AB	0,9618	43
26	Ingl_8ABC	0,9512	44

- La columna No. Asigna el orden en que están ubicadas las DMUs
- La columna DMU ubica el nombre asignado a cada DMU
- La columna Score indica la eficiencia de cada DMU, para verificar que el Score igual a uno corresponde a una DMU BCC-eficiente, se muestra en la Ilustración 32 que estas DMUs no representan holguras.
- La columna Rank hace referencia a la posición en la que se encuentra ubicada cada DMU

Ilustración 33

Resultados Slack Modelo BCC-O

Model = BCC-O																
Workbook Name = D:\Escritorio\lorena\BCC-ODATOS\FINAL.xlsx																
No.	DMU	Score	Rank	Años_Instit	Horas_Cate	Recibe_Bba	Est_SinDific	Formación	Bajo_Area	Básico_Area	Alto_Area	Superior_Ar	Bajo_Ext	Básico_Ext	Alto_Ext	Superior_Ext
1	Math_3ABC1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Math_3D4C1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Math_4AB1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Math_5ABC1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Math_6ABC1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Math_7ABC1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Math_8ABC1	1	0	0,001	0	0	0	0	0	0,016	0,008	0	0	0	0,014	0
8	Math_9ABC1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Math_10AB1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Math_11AB1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Leng_3ABC1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Leng_4ABC1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Leng_5CD1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Leng_5AB61	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Leng_6C7A1	1	0	0	2,349	4,758	0,124	0,021	11,015	2,539	3,799	0	0,84	6,467	0	0
16	Leng_8AB1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	Leng_8C9A1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	Leng_10AB1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	Leng_10AB1	1	0	11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	Ingl_3ABC1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	Ingl_3D4AB1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	Ingl_4CD5A1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	Ingl_5BCD1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	Ingl_6ABC1	1	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0,001	0	0
25	Ingl_7ABC1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	Ingl_8ABC1	0,9512	44	0	2,472	0	0	0,248	0	7,35	0,334	0,462	5,217	0	0	0
27	Ingl_9ABC1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	Ingl_10AB1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	Ingl_11BC1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	Soc_3ABC1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	Soc_4ABC1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	Soc_5CD61	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	Soc_7A1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	Soc_7BC8A1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	Soc_9ABC1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	Soc_11ABC1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	Cien_3ABC1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	Cien_3D5A81	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	Cien_6AB1	0,9618	43	3,2	0	0	1,662	0,012	0	0	0	0	0	0,132	0	0
40	Cien_6C7A81	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	Cien_8BC9A1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	Cien_10AB1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	Cien_9ABC1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	Cien_10AB1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Score	Rank	Años_Instit	Horas_Cate	Recibe_Bba	Est_SinDific	Formación	Bajo_Area	Básico_Area	Alto_Area	Superior_Ar	Bajo_Ext	Básico_Ext	Alto_Ext	Superior_Ext
Average		0,998	2,9318	0,0727	0,3062	0,0534	0,1081	0,0633	0,0064	0,2507	0,2249	0,0939	0,0105	0,1377	0,1503	0
Max		1	44	3,2	11	2,349	4,758	1,662	0,248	11,015	7,35	3,799	0,462	5,217	6,467	0
Min		0,9512	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
St Dev		0,0092	8,9557	0,4824	1,6912	0,3541	0,7173	0,2894	0,0374	1,6605	1,1638	0,5738	0,0696	0,7937	0,9746	0

Las últimas ocho columnas muestran la cantidad faltante de la respectiva variable de salida en cada DMU, se evidencia que en las DMUs eficientes tienen valores iguales a cero, mientras que para las DMUs Ingl_8ABC y Cien_6AB, muestra la cantidad faltante en cada variable de salida para alcanzar la eficiencia.

8.1.4.5.6 Resultados y Análisis Tablero de Mando – Modelo BCC-O. En la Ilustración 33 se muestran los resultados de los cuadros de mando de las DMUs que no se encuentran en la frontera eficiente. Cabe resaltar que dada la transformación hecha para las salidas Bajo_área y Bajo_externas (O1 y O5), ha sido necesario realizar la misma transformación (recíproco) a los resultados arrojados para estas salidas, en las que se evidencia en la proyección, como se muestra en los cuadros de mando, una disminución.

Ilustración 34

Tablero de Mando Modelo BCC-O

TABLERO DE MANDO MODELO BCC-O							TABLERO DE MANDO MODELO BCC-O						
DMU	N°	I/O	1/Score	Projection	Difference	%	DMU	N°	I/O	1/Score	Projection	Difference	%
Ingl_8ABC	26		1,051				Cien_6AB	39		1,040			
Años_Institución		I1	2	2	0	0	Años_Institución		I1	6	2,8002361	-3,1997639	-53,329399
Horas_Catedra		I2	23	20,528	-2,472	-10,748	Horas_Catedra		I2	10	10	0	0
Recibe_Bbasico		I3	46	46,000	0,000	0,000	Recibe_Bbasico		I3	27	27	0	0
Est_SinDificult		I4	26	26,000	0,000	0,000	Est_SinDificult		I4	16	16	0	0
Formación		I5	1	1,000	0,000	0,000	Formación		I5	4	2,338221	-1,661779	-41,544475
Bajo_Área		O1	23	3,408	-19,592	-85,183	Bajo_Área		O1	3	2,7855586	-0,2144414	-7,1480464
Básico_Área		O2	49	51,512	2,512	5,127	Básico_Área		O2	29	30,151914	1,1519141	3,9721176
Alto_Área		O3	9	16,812	7,812	86,797	Alto_Área		O3	11	11,436933	0,4369329	3,9721176
Superior_Área		O4	1	1,385	0,385	38,548	Superior_Área		O4	3	3,1191635	0,1191635	3,9721176
Bajo_Externas		O5	10	1,762	-8,238	-82,376	Bajo_Externas		O5	2	1,9235926	-0,0764074	-3,8203681
Básico_Externas		O6	11	16,781	5,781	52,551	Básico_Externas		O6	13	13,516375	0,5163753	3,9721176
Alto_Externas		O7	26	27,333	1,333	5,127	Alto_Externas		O7	19	19,886443	0,8864428	4,6654887
Superior_Externas		O8	29	30,487	1,487	5,127	Superior_Externas		O8	14	14,556096	0,5560965	3,9721176

- La columna No. Hace referencia al número que tiene la DMU en la posición original
- La columna I/O, hace referencia a las variables de entrada y salida.

- La columna 1/score hace referencia a los datos obtenidos, los que facilitó la institución.
- La columna Projection muestra el valor que debería tener cada variable para que la DMU se pueda proyectar a la frontera de eficiencia
- La columna Difference muestra la diferencia que existe entre la proyección y 1/score
- La columna % muestra en términos porcentuales el incremento que cada variable debe tener.

La DMU 26 (Ingl_8ABC), en la variable de salida O1 (Bajo_Área), para ubicarse en la frontera de eficiencia, según el modelo BCC-O debe disminuir de 23 a 3,408 (aproximadamente tres) estudiantes con desempeño bajo en el área; en la variable de salida O5 (Bajo_Externas) debe disminuir de 10 a 1,762 (aproximadamente dos) estudiantes con desempeño bajo en el área.

La DMU 39 (Cien_6AB), en la variable de salida O2 (Básico_Área), para ubicarse en la frontera de eficiencia, según el modelo BCC-O debe pasar de 29 estudiantes con desempeño básico en el área a 30,152 estudiantes (30 estudiantes aproximadamente) con estos resultados.

Como se observa finalmente, teniendo en cuenta los resultados alcanzados tanto en el modelo CCR-O y el modelo BCC-O hay dos DMUs que no son eficientes, es decir, las DMUs Ingl_8ABC y Cien_6AB, mientras que las DMUs Math_6ABC, Math_8ABC, Leng_6C7ABC e Ingl_6ABC tiene rendimientos variables a escala, es decir, son eficientes si se compara solamente con unidades que operan en la misma escala.

8.1.4.5.7 Análisis DMUs de Referencia. Tanto en los resultados del modelo CCR como los del modelo BCC hubo DMUs que se tomaron como referencia para otras DMU que no se lograron ubicar en la frontera eficiente, por lo que vale la pena realizar un análisis sobre estas DMUs y

ahondar en las estrategias y variables que ubican a estos maestros (DMUs de referencia) como referencia.

Tabla 13

DMUs de referencia

MODELO	N° DMU	DMU	N° DE VECES REFERENCIADA
CCR-O	3	Math_4AB	4
	9	Math_10AB	2
	10	Math_11ABC	2
BCC-O	3	Math_4AB	2
	6	Math_7ABC	1

Se evidencia que en los dos modelos usados la DMU 3 (Math_4AB) fue la que más se usó como referencia. Otro aspecto importante para resaltar es que cada una de las DMUs usadas como referencia, todas son del área de matemáticas; al indagar dentro de las estrategias abordadas en este departamento de área podemos encontrar un énfasis en la resolución de problemas enfocado en la metodología Singapur el cual se viene implementando desde hace tres años y del que todos los docentes del área han recibido capacitaciones. Este modelo se fundamenta en la estrategia Concreto, Pictórico y Abstracto (CPA) que permite a los estudiantes una mayor aprehensión de los conceptos matemáticos sumado a los procesos de formular, comparar y ejercitar procedimientos y algoritmos, competencias que desarrollan el pensamiento crítico.

Otra de las características del departamento son las estrategias de diferenciación de los estudiantes dentro del aula que han permitido la apertura de nuevos espacios académicos no solo para aquellos estudiantes con dificultades sino además para quienes tienen habilidades

excepcionales en el área, dando paso así a la creación del semillero matemático donde se potencian dichas habilidades y que muestran resultados en las diferentes olimpiadas en las que se participan. Por otro lado, en aquellos grupos donde se evidencian un alto nivel de dispersión en el desarrollo de sus competencias se llevan a cabo prácticas, como la docencia compartida (dos docentes dentro del aula) y esto ha proyectado la posibilidad de vincular estudiantes practicantes de últimos semestres de la carrera de licenciatura en matemáticas.

Además, el departamento de matemáticas dentro de los desempeños finales por periodo, en cada uno de los grados evidencia estudiantes en cada uno de los niveles de la escala valorativa (bajo, básico, alto y superior), que al finalizar el año escolar genera una serie de compromisos dentro del área para los estudiantes que se ubican dentro los desempeños bajo y básico, lo que permite un acompañamiento y seguimiento a estudiantes con dificultades en el área año tras año.

9. Conclusiones

La web a través de sus buscadores académicos proporciona una gran variedad de información tanto teórica como investigativa acerca de los adelantos y aplicaciones del Análisis Envolvente de Datos en el campo educativo y a pesar de que el DEA es una herramienta ciertamente nueva ya existe un importante número de trabajos realizados en Colombia. Se realizó una revisión bibliográfica sobre estas aplicaciones en el país, donde se identifica que la mayoría han evaluado la eficiencia de la educación en instituciones tanto públicas como privadas en los diferentes niveles de la educación (básica, media y superior), enfocándose especialmente en las salidas y tomando en muchas ocasiones como variables de salida los resultados de los estudiantes en las pruebas estandarizadas (Pruebas Saber) y los resultados en investigación en el caso de las instituciones de educación superior.

Desde el departamento de diseño curricular del CBJML se plantearon cuatro indicadores de calidad para realizar su debido registro y seguimiento anual de su eficiencia; luego de realizar el análisis sobre cada una de las variables que intervienen en los procesos de los indicadores, se identifica que en el indicador número uno y el indicador cuatro, apropiación de la propuesta pedagógica y resultados de promoción respectivamente, cuentan con múltiples variables que fueron usadas como variables de entrada y salida para medir la eficiencia del equipo docente de la institución las condiciones usando para usar la herramienta del DEA.

El departamento de diseño curricular desea revisar la eficiencia de cada uno de los departamentos académicos (matemáticas, lengua castellana, inglés, ciencias naturales, ciencias sociales, artes, ed. física y tecnología) a través de los procesos que intervienen en de cada

indicador de calidad e identificar aquellos departamentos en los que se registran avances o retroceso para tomar así mismo decisiones. Dado que el número de departamentos académicos es pequeño y al querer evaluar la eficiencia de un departamento académico se evalúan los procesos de los docentes, se toman como DMUs los docentes para luego de acuerdo con los resultados realizar el análisis de los departamentos de área para que de esta manera sea posible tomar un mayor número de variables de entrada y de salida que intervienen en cada proceso.

Teniendo en cuenta los indicadores de evaluación las variables de salida fueron más sencillas de plantear, mientras que las variables de entrada ocuparon varias discusiones pedagógicas con el equipo de diseño curricular buscando identificar aquellas que sean más relevantes en los procesos y además vayan de la mano con la ideología y todos los componentes de la propuesta pedagógica del CBJML; se identifican así mismo otros componentes que se consideran relevantes pero que resultan difíciles de medir objetivamente, como el compromiso en el proceso de aprendizaje por parte del estudiante en el área, el acompañamiento que el estudiante recibe en casa, etc.

En el desarrollo de la investigación se evaluó la eficiencia de los docentes que integran los departamentos de área de matemáticas, lengua castellana, inglés, ciencias naturales y ciencias sociales, haciendo uso de las variables incluidas en el indicador cuatro usando los modelos DEA CCR-O y BCC-O, de los resultados obtenidos se puede identificar que en el área de inglés hay un docente que no se encuentra en la frontera de eficiencia y así mismo sucede en el área de ciencias naturales, mientras que en los demás departamentos de área todos sus docentes se encuentran en la frontera eficiente.

De acuerdo con la proyección que muestran los cuadros de mando se evidencia que se debe priorizar la considerable disminución del número de estudiantes que alcanzan desempeños bajos, es decir, generar estrategias de acompañamiento y seguimiento para que los estudiantes desarrollen de manera exitosa a lo menos las competencias básicas del área y así mismo alcanzar el aumento del número de estudiantes que logren desempeños básicos y altos, para lo cual también se recomienda revisar los reportes de las empresas aliadas que aplican estas pruebas, identificar las competencias en las que presentaron mayor dificultad y así mismo generar planes de mejora y herramientas de aprendizaje que permita al estudiante la comprensión, la práctica y el progreso de sus habilidades.

10. Recomendaciones

Teniendo en cuenta el indicador uno (apropiación de la propuesta pedagógica), se recomienda iniciar la recolección de los datos tanto de las variables de entrada como de salida propuestas, para los siguientes años escolares para luego realizar la medición de su eficiencia usando la herramienta DEA.

Generar o buscar pruebas externas (campeonatos, olimpiadas, etc.) en las que las áreas de artes, ed. física y tecnología se puedan integrar para también medir la eficiencia de los profesores que integran estas áreas.

Generar instrumentos de evaluación disciplinar (competencias del área) más estrictos, especialmente, para aquellas actividades que hacen parte del desarrollo de experiencias de aprendizaje.

Realizar mediciones de eficiencia de cada uno de los resultados de las pruebas externas que los estudiantes van presentando en el transcurso del año escolar para identificar de manera oportuna aquellas oportunidades de mejora y no solamente al final.

11. Referencias

- Charnes, A., Cooper , W., & Rhodes , E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 429 - 444.
- Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A., & Seiford, L. (1994). *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Applications*. Estados Unidos : Copyright.
- Colegio Bilingüe José Max León. (s.f.). *Colegio Bilingüe José Max León*. Obtenido de <https://josemaxleon.edu.co/>
- Colombia Excelente* . (2020). Obtenido de <https://colombiaexcelente.org/certificacion-efqm/>
- Dávila, F. L. (2018). Políticas educativas en Colombia: en busca de la calidad. *Revistas científicas de Ciencia. Unisalle. Actualidades Pedagógicas.* , 193-213.
- Departamento Escuela de Maestros del CBJML. (Julio de 2018). Propuesta Pedagógica de Desarrollo Integral del CBJML. Cota, Cundinamarca, Colombia.
- El-Mahgary, & Lahdelma, R. (1995). Data Envelopment Analysis: Visualizing the Results". *European Journal of Operational Research*, 700 - 710.
- Gracia, P. (Agosto de 2019). Modelo EFQM en el Colegio Bilingüe José Max León. (L. Nova, Entrevistador)
- <https://www.mineduacion.gov.co>. (s.f.). Obtenido de https://www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-179263.html?_noredirect=1

- Muñoz, O. M., & Suárez Baquero , E. M. (2011). Evaluación de la Eficiencia de las Instituciones Educativas Oficiales de Bucaramanga Mediante el Análisis Envolvente de Datos . Bucaramanga, Colombia : Tesis .
- Oviedo García, W., Cervera Muñoz, A., & Pineda Acero, J. A. (2013). Revisión bibliográfica de la aplicación de la metodología DEA en el ámbito educativo colombiano. *Revista Civilizar Ciencias Sociales y Humanas*, 133 - 156.
- Paço, C. L., & Cepeda Pérez, J. M. (2013). EL USO DE LA METODOLOGÍA DEA (DATA ENVELOPMENT ANALYSIS) PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAS TIC EN LA PRODUCTIVIDAD DEL SECTOR HOTELERO. *Via Tourism Review* .
- Restrepo R., M. I., & Villegas R., J. G. (2007). *Análisis Envolvente de Datos: Introducción y herramienta pública para su utilización*. Obtenido de juangvillegas: <https://juangvillegas.files.wordpress.com/2013/08/restrepo-villegas-dea.pdf>
- Serrano, V. C., & Blasco Blasco , O. M. (2006). *Evaluación de la Eficiencia Mediante el Análisis Envolvente de Datos Introducción a los Modelos Básicos* . Valencia/ España.
- Soto, J. A., & Arenas Valencia, W. (2010). *Análisis Envolvente de Datos de la Teoría a la Práctica* . Pereira.